



Universitat Autònoma de Barcelona

FACULTAT DE CIÈNCIES

Secció de Ciències Ambientals

BALANÇ DE NITROGEN I ANÀLISI DEL CONSUM D'AIGUA AL BAIX EMPORDÀ

Memòria del Projecte Fi de Carrera de Ciències Ambientals

presentada per:

Guillem Herrera Masabeu

i dirigida per:

Joan Bach i Plaza

Bellaterra, juny de 2007

**BALANÇ DE NITROGEN I ANÀLISI DEL CONSUM D'AIGUA
AL BAIX EMPORDÀ.**

Projecte de final de carrera corresponent a la Llicenciatura de Ciències Ambientals, impartida a la Universitat Autònoma de Barcelona, realitzat per Guillem Herrera Masabeu, sota la direcció del Dr. Joan Bach i Plaza, professor de la Unitat de Geodinàmica Externa i Hidrogeologia de la Universitat Autònoma de Barcelona.



Joan Bach i Plaza

Guillem Herrera Masabeu

Juny de 2007

AGRAIMENTS

Vull agrair a en Joan Bach el suport que m'ha mostrat al obrir-me les portes de la Unitat de Geodinàmica Externa i Hidrogeologia de la Universitat Autònoma de Barcelona, i per mostrar-me el camí a seguir en aquest projecte, facilitant-me les fonts d'informació adequades.

A en Roger Puig, de la Universitat de Barcelona, per tenir tantes ganes com jo de que aquest projecte tires endavant, i mostrar-me el seu suport contínuament.

A la meva família, per desenvolupar en la meva persona l'esperit científic des de que era ben petit, i donar-me suport.

Per damunt de tots a l'Aitana, per suportar totes les hipòtesis, dubtes, problemes i èxits personals que he tingut durant el desenvolupament d'aquest projecte; i per donar-me sempre la seva opinió sincera.

I a totes aquelles i aquells que s'han interessat sobre el meu projecte, fent-me replantejar cada dia el meu treball, millorant-lo i concretant-lo.

Resum del balanç de Nitrogen i avaluació del consum d'aigua de la comarca del Baix Empordà

Autor: Herrera Masabeu, G.

Director: Bach Plaza, J.

Resum: El present treball pretén avaluar l'impacte de les activitats agràries sobre les aigües subterrànies, al Baix Empordà. La ramaderia intensiva genera uns residus que l'agricultura no és capaç d'assumir. Els excedents generats s'infilten al subsòl, generalment en forma de nitrats (NO_3^-), provocant la contaminació de les aigües subterrànies. Aquesta pot provocar greus problemes ecològics en els sistemes aquàtics, i afectar a la salut humana.

S'ha realitzat un balanç de nitrogen per a les zones agrícoles de l'àrea d'estudi, avaluant els diversos processos que incorporen o extreuen nitrogen al sòl. Paral·lelament, s'ha estudiat el consum d'aigua provocat pel diversos sectors presents a la zona d'estudi, per tal d'avaluar quantitativament la pressió que provoquen sobre els aqüífers.

Els resultats obtinguts mostren que la majoria de municipis estudiats generen excedents de nitrogen, justificant la presència de nitrats al subsòl.

Paraules clau: Baix Empordà, balanç de nitrogen, contaminació per nitrats, aqüífer, agricultura, ramaderia.

Resumen: El presente trabajo pretende evaluar el impacto de las actividades agrarias sobre las aguas subterráneas, en el Baix Empordà. La ganadería intensiva genera unos residuos que la agricultura no es capaz de asimilar. Los excedentes generados se infiltran en el subsuelo, generalmente en forma de nitratos (NO_3^-), provocando la contaminación de las aguas subterráneas. Esta puede provocar graves problemas ecológicos en los sistemas acuáticos, y afectar a la salud humana.

Se ha realizado un balance de nitrógeno para las zonas agrícolas del área de estudio. Evaluando los distintos procesos que incorporan o extraen nitrógeno del suelo. Paralelamente, se ha estudiado el consumo de agua provocado por los diversos sectores presentes en la zona de estudio, para evaluar cuantitativamente la presión que provocan sobre los acuíferos.

Los resultados obtenidos muestran que la mayoría de los municipios estudiados generan excedentes de Nitrógeno, justificando la presencia de Nitratos en el subsuelo.

Palabras clave: Baix Empordà, balance de nitrógeno, contaminación por nitratos, acuífero, agricultura, ramaderia.

Abstract: The current work evaluates the agriculture activities impact over the groundwater in the Baix Empordà area. Intensive stockbreeding generates many remains that agriculture is not able to assume. The waste will be filtered through the subsoil, generally taking a nitrate shape (NO_3^-), leading to the groundwater pollution. This can lead to great ecological damage into the aquatic system, and can affect the human health.

A nitrogen balance has been done for the farming areas in the study field, evaluating different processes that incorporate or take nitrogen off the ground. Comparably, a water consume study caused by the different sectors being in the study area has been also done, so the pressure performed into the aquifers can be quantitatively evaluated.

The ultimate results show that most of the studied towns generate nitrogen waste, justifying the presence of nitrates into the groundwater.

Key words: Baix Empordà, nitrogen balance, nitrate pollution, groundwater, agriculture, stockbreeding.

Introducció

L'activitat agrària és fonamental per a la subsistència humana. Es podria dir que és una de les claus més importants de l'evolució de l'home, degut a l'evolució social que implica la necessitat d'organitzar-se per a realitzar-la. L'home ha transformat el medi per al seu propi benefici i la natura ha respost bé a aquests canvis durant uns deu milers d'anys. Ara bé, que passa quan la presència humana ha crescut fins a límits insostenibles per a la Terra? Com afecten les activitats agràries en la qualitat dels recursos i l'estabilitat dels ecosistemes?

L'agricultura i la ramaderia formen part de totes les societats, i el continu creixement de la població genera una demanda d'aigua cada cop major. Aquestes activitats poden afectar la bona qualitat de les aigües subterrànies, reserves hídriques de gran importància que caldria conservar pel bé de tots.

L'activitat ramadera genera uns residus, que si bé en el passat eren un recurs indispensable per a mantenir la producció agrícola, avui en dia són un problema. La ramaderia intensiva genera més residus dels que pot assumir la zona on aquella es desenvolupa. Els efectes més acusats que generen els excedents de nitrogen són desequilibris ecològics importants. La presència de nitrats en els sistemes aquàtics genera el fenomen d'eutrofització, i la presència de nitrits en concentracions moderades és tòxica per als peixos. El nitrogen també presenta possibles riscos per a la salut humana. Els nitrits, i els nitrats al ésser reduïts a nitrits en el tracte digestiu humà, poden provocar la metahemoglobinèmia, que altera la capacitat de transportar oxigen de la hemoglobina. És una malaltia que afecta més perillosament als nadons.

El Baix Empordà és una comarca de marcat caràcter agrícola i ramader. Fet que provoca una pressió ben documentada. L'actual document IMPRESS de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA), defineix la comarca com una zona amb perill d'incompliment de la Directiva Marc de l'Aigua, publicada per la Unió Europea. La causa, en part, és la pressió moderada de les dejeccions ramaderes, que provoquen un mal estat qualitatiu de les aigües subterrànies. D'altra banda l'alta pressió derivada de les extraccions d'aigües costaneres, provoquen localment problemes d'intrusió marina.

Objectius

En aquest treball es pretén avaluar l'impacte de les activitats agrícoles i ramaderes sobre les aigües subterrànies de la plana del Baix Empordà. Es realitzarà un balanç de nitrogen, per tal d'avaluar quines zones són potencialment més contaminants.

El mal estat qualitatiu de les aigües subterrànies és degut, sobretot, a la presència de nitrogen, en diverses formes químiques. La hipòtesis inicial és que el nitrogen present al subsòl prové bàsicament de la infiltració dels purins procedents de l'activitat ramadera i l'aplicació de fertilitzants als conreus. Comparant les aportacions de nitrogen (dejeccions ramaderes, fixació de

nitrogen atmosfèric, fertilització), amb les pèrdues (fixació per part de les plantes, volatilització, desnitrificació), es podran identificar les zones “sobreproductores” de nitrogen (aquelles on hi hagi més aportacions que pèrdues). Aquestes seran les zones amb perill de provocar contaminació. Comparant la situació d’aquestes, amb la presència real de nitrats al subsòl, es pretén avaluar la eficàcia del mètode emprat.

Dins d’aquest treball també es realitzarà una anàlisi del consum d’aigua a la zona d’estudi per tal d’avaluar quines activitats extreuen més quantitat d’aigua del subsòl, agreujant així el problema de la intrusió marina i de la sobreexplotació dels aqüífers.

Metodologia

Tot seguit s’exposen els mètodes i les fonts d’informació que s’han utilitzat per als dos apartats principals d’aquest projecte.

1. Impacte de les activitats agrícoles i ramaderes sobre les aigües subterrànies.

S’ha realitzat un balanç de nitrogen, avaluant-ne les entrades i sortides a la zona d’estudi, a nivell de municipi. L’objectiu és quantificar quina és l’entrada de nitrogen al subsòl en forma de nitrats, i delimitar els municipis que representen un perill potencial major. Els factors que s’han considerat i les fonts d’informació corresponents són:

Entrades:

- L’aplicació de les dejeccions ramaderes com a fertilitzants. Les entrades derivades d’aquest factor s’han calculat a partir del cens de caps de bestiar i capacitat de les explotacions ramaderes per l’any 2006 a la zona d’estudi, facilitades per el Departament d’Agricultura, Alimentació i Acció Rural (DAR). Als caps de bestiar se’ls hi ha aplicat unes taxes de producció de nitrogen
- La mineralització de la matèria orgànica present al sòl. Càlcul derivat de la proporció de caps de bestiar i dels anys que fa que es conreen els camps. S’ha generat una taxa de mineralització
- La fixació biològica de nitrogen s’ha avaluat amb les dades d’explotacions agrícoles de la zona d’estudi, per l’any 2006, facilitades pel DAR. S’han calculat la quantitat de nitrogen fixat a partir de microorganismes de vida lliure, i de caràcter simbiòtic.
- El nitrogen present a l’aigua de reg. Les activitats agrícoles generen una demanda d’aigua de reg. Concretament, les necessitats hídriques que no són cobertes per la precipitació. En la zona d’estudi majoritàriament es reguen els camps mitjançant els canals de reg, i en menor mesura amb aigua d’origen subterrani que prové dels diversos pous presents. L’acció de regar els camps amb l’aigua dels canals de reg aporta nitrogen al sistema ja que el riu Ter conté nitrogen dissolt, en forma de nitrat. El Servei Meteorològic de Catalunya

(SMC), i les comunitats de Regants del la Presa de Colomers, i del Reg del Molí de Pals, han proporcionat les dades necessàries per a avaluar-ho, per l'any 2006. No s'ha pogut avaluar el nitrogen que prové de l'aigua de reg d'origen subterrani, ja que no s'han pogut valorar les extraccions d'aigua subterrània per a l'agricultura.

Sortides:

- El nitrogen assimilat per les plantes per al seu creixement, s'ha avaluat aplicant taxes d'assimilació de nitrogen, per tipus de conreu, a les dades d'explotacions agrícoles facilitades pel DAR.
- El procés de desnitrificació s'ha calculat a partir de els dades proporcionades pel Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals de la Universitat de Barcelona (UB), amb el qual s'ha establert un pla de col·laboració. S'han classificat diferents zones en l'àrea d'estudi, on aquest procés és més acusat
- La volatilització de l'amoni en el moment de l'aplicació. L'origen de les dejeccions ramaderes, calculades a partir de les dades del cens ramader facilitat pel DAR, permet avaluar les pèrdues. Aquestes són una estimació que ha estat inclosa dins del procés de mineralització de la matèria orgànica.
- Les pèrdues per rentat de nitrats. És el factor que s'avalua en aquest treball. Es pretén comparar els resultats obtinguts amb la presència real de nitrogen al subsòl, per tal de posar a prova la validesa del sistema emprat. Les dades de nitrogen present a les aigües subterrànies han sigut facilitades per el Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals de la UB.

2. Anàlisi del consum d'aigua.

La demanda d'aigua s'ha avaluat pels diferents sectors presents a l'àrea d'estudi: el sector agrícola, el ramader, la indústria, i el consum derivat del turisme i la població resident.

Per al sector agrícola, les necessitats hídriques s'han obtingut a través del càlcul d'evapotranspiració dels conreus. La precipitació, però, cobreix part d'aquesta demanda. Les dades subministrades per les estacions meteorològiques de la zona per l'any 2006, gestionades pel SMC, han permès aquesta avaluació. Per a obtenir les àrees d'influència de cada una de les estacions s'ha utilitzat el mètode dels polígons de Thiessen.

El consum generat pel sector ramader, s'ha calculat a partir del cens per l'any 2006, aplicant-hi taxes de consum per tipus de bestiar. Dades facilitades pel DAR.

La impossibilitat d'obtenir dades de consum directe sobre els sectors industrial, turístic i de població, ha obligat a realitzar el càlcul del consum extrapolant-lo del numero d'habitants. S'han utilitzat els valors de consum/habitant, per sectors i per al Baix Ter, publicats per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA).

Resultats

A continuació es mostren els resultats principals d'aquest projecte.

1. Impacte de les activitats agrícoles i ramaderes sobre les sigues subterrànies.

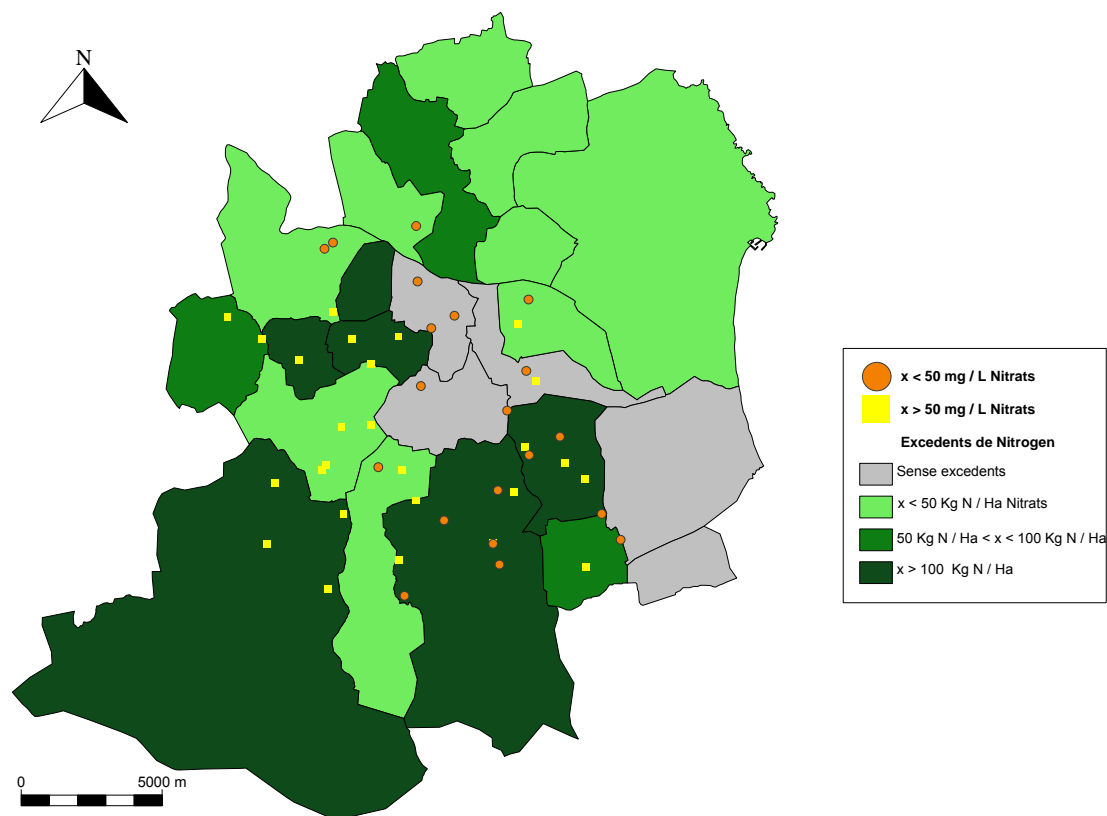
Per a la zona estudiada 18 dels 23 municipis estudiats van generar excedents de nitrogen l'any 2006 a conseqüència de les activitats agràries que s'hi desenvolupen. S'han generat dos escenaris: el primer, tenint en compte l'ocupació real de caps de bestiar per al març del 2006; i el segon tenint en compte la totalitat de els places disponibles en les explotacions agràries. Per al segon escenari creat, només dos dels municipis estudiats no generen excedents de nitrogen. La quantitat excedent per als dos escenaris creats, en Kg N/Ha, per als municipis es pot veure a la **Taula 1**. La gran majoria de municipis generen excedents de nitrogen, degut a la incapacitat d'assumir els residus produïts per les explotacions ramaderes intensives.

Municipis	Excedents en Kg N /Ha	
	Ocupació març 2006	100% ocupació
Albons	34,12	63,41
Bellcaire d'Empordà	4,14	4,25
Bisbal d'Empordà, la	27,63	47,05
Corçà	49,51	82,89
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	107,64	128,19
Foixà	38,19	47,63
Fontanilles	-8,96	-5,99
Forallac	119,87	144,42
Gualta	13,58	23,34
Palau-sator	109,71	136,76
Pals	-9,59	5,04
Parlavà	119,93	142,82
Pera, la	81,79	92,29
Regencós	-27,91	-1,80
Rupià	103,01	139,88
Serra de Daró	-8,40	7,42
Tallada d'Empordà, la	66,84	83,90
Torrent	83,95	131,88
Torroella de Montgrí	35,35	53,70
Ullastret	-9,00	10,24
Ullà	45,44	37,64
Ultramort	112,09	137,24
Verges	33,26	55,94

Taula 1. Excedents de nitrogen a l'àrea d'estudi, per als dos escenaris creats. Any 2006. Elaboració pròpia.

Les altes concentracions de nitrats presents al subsòl es veuen justificades pels elevats excedents de nitrogen que es generen en gairebé tota la zona d'estudi. Hi ha una gran amplitud de valors de nitrats, des de 0 mg/l fins a 480,2 mg/l de

NO₃⁻. L'amoni no supera en cap cas el límit estipulat per la legislació. Un 61% de les mostres presenta una concentració de nitrats superior al límit marcat per la legislació vigent, i un 40% supera els 100 mg/l de NO₃⁻. Cal remarcar que 14 de les mostres superen els 200 mg/l de NO₃⁻. La ubicació dels municipis, i la presència de nitrats es pot veure al **mapa 1**.



Mapa 1. Excedents per a l'ocupació de març de 2006 i Nitrats presents al subsòl. Font: Elaboració pròpia.

2. Anàlisi del consum d'aigua.

L'agricultura és el sector que té un consum més elevat en la zona d'estudi, amb 28,4 hm³ anuals, que suposen un 82,5% del total. El segon sector que genera un consum major és el del consum humà. Aquest és de 2,9 hm³ anuals, un 8,4% del total. Aquests resultats remarquen el caràcter agrícola de la zona d'estudi.

En general per a la zona d'estudi tots els sectors socials i econòmics presents consumeixen aigües subterrànies, excepte el sector agrícola que majoritàriament extreu l'aigua dels cursos fluvials. Les extraccions que genera cada municipi es poden veure a la **taula 2**. Els municipis de la Bisbal d'Empordà i de Forallac obtenen l'aigua de consum de pous situats fora de la zona d'estudi, sense que generin cap pressió la població ni el sector turístic d'aquestes localitats.

Municipis	Consum domèstic (m3)	Turisme (m3)	Ramaderia (m3)	Indústria (m3)	Total (Hm3)
Albons	53497,3	5412,6	33354,1	72153,4	0,16
Bellcaire d'Empordà	57984,2	0,0	14160,2	72153,4	0,14
Bisbal d'Empordà, la			18734,0	72153,4	0,09
Corçà	108806,6	101,3	55123,8	72153,4	0,24
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	109669,5	2834,1	92404,4	72153,4	0,28
Foixà	28043,0	0,0	74970,9	72153,4	0,18
Fontanilles	15100,1	1155,0	10598,4	72153,4	0,10
Forallac			94251,0	72153,4	0,17
Gualta	30890,4	0,0	25483,7	72153,4	0,13
Palau-sator	24160,1	1660,7	42344,7	72153,4	0,14
Pals	207086,4	178938,8	2339,1	72153,4	0,46
Parlavà	30372,7	1267,8	71917,2	72153,4	0,18
Pera, la	37620,7	567,4	33546,5	72153,4	0,14
Regencós	26230,9	592,0	5,6	72153,4	0,10
Rupià	18378,9	0,0	21659,4	72153,4	0,11
Serra de Daró	15876,6	405,3	26894,1	72153,4	0,12
Tallada d'Empordà, la	31667,0	0,0	107405,3	72153,4	0,21
Torrent	16394,3	2537,2	12489,9	72153,4	0,10
Torroella de Montgrí	913596,2	361349,8	34377,6	72153,4	1,38
Ullastret	20104,6	81,1	7647,0	72153,4	0,10
Ullà	89651,2	385,0	16179,9	72153,4	0,18
Ultramort	17257,2	162,1	58465,3	72153,4	0,15
Verges	101731,2	1649,2	31091,9	72153,4	0,21
Àrea d'estudi (Hm3)	1,95	0,56	0,89	1,66	5,06

Taula 2 . Extraccions per sectors. Any 2006. Font: Elaboració pròpia.

Conclusions

A continuació s'exposen les conclusions a les que s'ha arribat després de la realització d'aquest treball:

- La ocupació total de les places ramaderes per a la zona d'estudi provoca un increment de 385,9 Tones (un 22%) en la producció de nitrogen respecte la ocupació del març de 2006 (2141,4 Tones de nitrogen). D'aquesta manera la capacitat potencial de generar excedents en la zona d'estudi es podria veure incrementada notablement.
- Els municipis amb més proporció de conreus de regadiu, són capaços d'assimilar taxes entre 150 i 180 Kg N / Ha, en contraposició amb els municipis en que predominen els conreus de secà (entre 80 i 90 Kg N /Ha). El nitrogen incorporat per l'aigua de reg és menor a l'augment en la taxa

d'assimilació de nitrogen dels conreus de regadiu. Així, tot i que es segueixen produint excedents, la presència de conreus de regadiu pot contribuir a que aquests siguin més baixos.

- Un balanç a nivell de parcel·la és la millor opció per a valorar els possibles impactes de les activitats agràries sobre la qualitat de les aigües, i poder realitzar les correccions adequades als mètodes de conreu i d'aplicació de fertilitzants nitrogenats utilitzats actualment. D'aquesta manera també es podrien localitzar els focus de contaminació puntual derivats d'aquestes.
- Un 61% de les mostres presenta una concentració de nitrats superior al límit marcat per la legislació vigent, i un 40% supera els 100 mg/l de NO_3^- . Els alts valors de nitrats que presenta la zona d'estudi corroboren els excedents calculats. Tot i això, el caràcter difús de la contaminació i la gran variabilitat de la desnitrificació, no ha permès establir una relació clara entre la magnitud dels excedents de nitrogen i la presència de nitrats al subsòl.
- En els municipis sense excedents (**mapa 1**), trobem en general valors molt baixos de nitrats i taxes de desnitrificació molt elevades. A l'Oest de la zona d'estudi tots els pous analitzats superen els 50 mg / l de nitrats i presenten valors de desnitrificació baixos. Per al sector Est, municipis amb excedents molt elevats, es troben una gran variabilitat de valors en la concentració de nitrats; és una zona on la desnitrificació juga un paper important, i la seva variabilitat pot ser una de les causes que provoca els valors tan diversos que s'han trobat.
- S'ha estimat que un 82,4% del consum total d'aigua prové del sector de l'agricultura, fet que remarca el caràcter agrícola de la zona d'estudi. La presència de conreus de regadiu accentua aquest consum.
- L'estimació feta de les necessitat d'aigua dels conreus, mostra que la precipitació només cobreix entre un 29 i un 55% d'aquestes. Per tant la resta cal subministrar-la dels canals de reg d'aigües superficials i dels pous d'aigües subterrànies.
- En la zona d'estudi tota l'aigua destinada al consum humà prové del subsòl, provocant que el sector domèstic i el turístic generin un 38,6% i un 11,1% de les extraccions d'aigua subterrània respectivament.
- La presència de pous de captació comuns per a diverses poblacions provoca quantitativament una pressió intensa sobre els aqüífers. El cas més destacat és el municipi de Gualta que suporta un 33% de les extraccions de l'àrea d'estudi. Els municipis que presenten pous de captació municipals, amb una demanda d'aigua subterrània reduïda, generen una pressió baixa sobre els aqüífers.

Bibliografia

- AGENCIA CATALANA DE L'AIGUA. ACA. (2000). *Estudi de caracterització i prospectiva de els demandes d'aigua a les Conques Internes de Catalunya i a les conques catalanes de l'Ebre*. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya.
- AGENCIA CATALANA DE L'AIGUA. ACA. (2005). *Caracterització de masses d'aigua i anàlisi del risc d'incompliment dels objectius de la directiva marc de l'aigua (2000/60/CE) a Catalunya*. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya.
- ALLEN, R., PEREIRA, L., RAES, D., SMITH, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO riego y drenaje 56*. Roma. FAO.
- ATLAS, R. M., BARTHA, R. (2002) *Ecología microbiana y Microbiología ambiental*. Pearson educacion S.A. Madrid.
- BARADAD, O. (2004). *Els recursos hídrics en una zona litoral: el cas de la plana de l'Alt Empordà*. Treball de recerca de mestratge. Universitat Autònoma de Barcelona.
- BOIXADERA J., SIÓ J., ÀLAMOS M., TORRES E. (2000). *Manual del Codi de Bones Pràctiques Agràries: Nitrogen*. Lleida-Barcelona. Generalitat de Catalunya; Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Direcció General de Producció Agrària i Innovació Rural.
- DEPARTAMENT D'AGRICULTURA RAMADERIA I PESCA. DARP (2006). *Dossier tècnic num 12. Nous avenços en el cultiu de l'arròs*. Barcelona. Generalitat de Catalunya.
- FACI, J.M. (1992). *Contribución a la medida y cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_o) en Aragón*. Zaragoza. Institución Fernando el Católico.
- GEOSERVEI PROJECTES I GESTIÓ AMBIENTAL S.L (2006). *Diagnosi municipal de l'Agenda 21 del Baix Ter*.
- MAIER, R. M., PEPPER, I. L., GERBA, C. P.(2000). *Environmental Microbiology*. Elsevier. Academic Press.
- PRATS, I. (coord) (1995). *Manual de gestió dels purins i la seva reutilització agrícola*. Barcelona. Generalitat de Catalunya; Departament de Medi Ambient, Junta de Residus i Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca.
- PUIG, R., SOLER, A. AND MAS-PLA, J. (2007). *Determination of the sources of nitrate pollution and evaluation of natural attenuation processes using multi-isotopic methods in the Baix Empordà basin (NE Spain). WATER POLLUTION in natural POrous media at different scales. Assessment of fate, impact and*

indicators. WAPO². Candela, L., Vadillo, I., Aagaard, P., Bedbur, E., Trevisan, M., Vanclooster, M., Viotti, P. & López-Geta, J.A. (Eds.). Instituto Geológico y Minero de España, N° 22, Madrid, pp. 239-245.

- SÀNCHEZ, M. I. (1992). *Métodos para el estudio de la evaporación i la evapotranspiración*. Cuadernos tècnics de la S.E.G. N° 3. Sociedad Española de Geomorfología.

- VEHI M., BACH J., ROQUÉ C.(2003). *Valoració de l'impacte de les activitats ramaderes sobre la qualitat de les aigües subterrànies a la depressió de la Selva (Girona)*. Scientia gerundensis, 26. Universitat de Girona.

- VILANOVA, E (2004). *Anàlisi dels sistemes de flux a l'àrea Gavarres-Selva-Baix Empordà. Proposta de model Hidrodinàmic regional*. Tesi doctoral. Barcelona. Universitat Autònoma de Barcelona.

Índex

Índex

1. Antecedents	1
1.1 Marc legal	
2. Justificació	4
3. Objectius	6
4. Metodologia	8
5. Zona d'estudi	11
5.1 Situació geogràfica	
5.2 Climatologia i meteorologia	
5.3. Hidrografia	
5.4 Geologia	
5.5 Hidrogeologia	
5.6 Sectors econòmics i població	
5.6.1 Població	
5.6.2. Turisme.	
5.6.3 Construcció	
5.6.4 Indústria	
5.6.5 Agricultura, Ramaderia i Pesca.	
6. Impacte de les activitats agràries sobre les aigües subterrànies	25
6.1. Cicle del nitrogen	
6.2. Balanç de nitrogen	
6.2.1. Aplicació de les dejeccions ramaderes com a fertilitzants	
6.2.2. La mineralització de la matèria orgànica present al sòl	
6.2.3. La fixació biològica de nitrogen	
6.2.4. El nitrogen present a l'aigua de reg	

6.2.5. El nitrogen assimilat per les plantes per al seu creixement

6.2.6. La volatilització de l'amoni en el moment de l'aplicació.

6.2.7. El procés de desnitrificació

6.2.8 Excedents

6.3. Nitrogen present a les aigües subterrànies

7. Anàlisi del consum d'aigua 44

7.1. Estimació del consum d'aigua

7.1.1. Sector agrícola.

7.1.2. Sector ramader

7.1.3. Població

7.1.4. Sector industrial

7.1.5. Consum total estimat

7.1.6. Origen de l'abastament d'aigua

7.2. Pressió quantitativa sobre els aquífers

8. Conclusions 57

9. Propostes de millora 60

10. Bibliografia 62

11. Programació 65

12. Pressupost 69

13. Annexos 71

13.1. Annex 1. Àrea d'estudi

13.2 Annex 2. Impacte de les activitats agràries sobre les aigües subterrànies

13.3 Annex 3. Anàlisi del consum d'aigua

1. ANTECEDENTS

L'agricultura i la ramaderia formen part de totes les societats, i el continu creixement de la població genera una demanda d'aigua cada cop major. Aquestes activitats poden afectar bona qualitat de les aigües subterrànies, reserves hídriques de gran importància que caldria conservar per el bé de tots. La presència de nitrogen al subsòl és una problemàtica coneguda i assumida per organismes supraestats, estats, nacionals i regionals.

Catalunya és un territori amb abundants terres de conreu, però en bona part d'elles el creixement del sector agrari i una mala gestió del residus ramaders ha provocat un impacte negatiu en la qualitat i en la quantitat de les aigües subterrànies. La Generalitat de Catalunya ha delimitat les zones on la presència de nitrats al subsòl és acusada i ha posat en marxa un seguiment acurat de les activitats agràries que s'hi realitzen, per tal reduir l'impacte que generen. L'anomenat Pla de Dejeccions Ramaderes realitza un seguiment de les explotacions ramaderes i les zones agrícoles associades a aquestes, realitzant-hi un balanç de nitrogen a nivell de parcel·la. Aquesta és sens dubte la solució adequada. Tot i això, no es consideren tots els factors que intervenen en el cicle del nitrogen.

En aquest treball s'intenta aplicar una metodologia més acurada, incloent nous factors en el balanç de nitrogen.

1.1 Marc legal

A continuació es mostra la legislació europea, estatal i autonòmica, relacionada amb la gestió de recursos hídrics i la problemàtica de la infiltració de nitrats, que s'han considerat més importants.

a) Normativa europea

- Directiva 80/68/CEE del Consell, de 17 de desembre de 1979, relativa a la protecció de les aigües subterrànies causada per determinades substàncies perilloses.
- Directiva 91/676/CEE del Consell, de 12 de desembre de 1991, relativa a la protecció de les aigües contra la contaminació produïda per nitrats utilitzats a l'agricultura.
- Directiva 98/83/CE del Consell, de 3 de novembre de 1998, relativa a la qualitat de les aigües destinades al consum humà.
- Directiva 2000/60/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 25 d'octubre de 2000, per la qual s'estableix el marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües.

b) Normativa estatal.

- Reial decret 1138/1990, de 14 de setembre, pel qual s'aprova la Reglamentació tècnico sanitària per a l'abastament i control de la qualitat de les aigües potables de consum públic.
- Reial decret 261/1996, de 16 de febrer que regula la protecció contra la contaminació produïda pels nitrats procedents de fonts agràries.
- Reial decret 1664/1998, de 24 de juliol, pel qual s'aproven els plans hidrològics de conca. Aprova el Pla Hidrològic de les conques internes de Catalunya.
- Reial decret legislatiu 1/2001, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el text refós de la Llei d'aigües.
- Llei 10/2001, de 5 de juliol. Pla Hidrològic Nacional.
- Reial decret 140/2003, de 7 de febrer, pel qual s'estableixen criteris sanitaris de qualitat de l'aigua de consum humà

c) Normativa autonòmica catalana

- Decret 328/1988, d'11 d'octubre, pel qual s'estableixen les normes de protecció en matèria de procediment en relació amb els diversos aquífers de Catalunya.
- Decret 283/1998, de 21 d'octubre, sobre la designació de les zones vulnerables en relació amb la contaminació de nitrats procedents de les fonts agràries.
- Ordre, de 22 d'octubre de 1998. Codi de les bones practiques agràries en relació amb el nitrogen.
- Decret 176/2000, de 2 de maig, sobre mesures excepcionals en matèria de fonts d'abastament públiques afectades per nitrats.
- Decret 205/2000, de 13 de juny, en relació amb el programa de mesures agròniques aplicables a les zones vulnerables en relació amb la contaminació de nitrats procedents de les fonts agràries.
- Decret 119/2001, de 2 de maig, en relació amb les mesures ambientals de prevenció i correcció de les aigües per nitrats.
- Resolució, d'11 de gener de 2002, per la qual es fa pública la relació de les zones sensibles corresponents a les conques internes de Catalunya i de les zones sensibles per eutrofització potencial de les zones costeres.

2. JUSTIFICACIÓ

L'activitat agrària és fonamental per la subsistència humana. Es podria dir que és una de les claus més important de l'evolució de l'home, degut a l'evolució social que implica la necessitat d'organitzar-se per a realitzar-la. L'home ha transformat el medi per al seu propi benefici i la natura ha respost bé a aquests canvis durant uns deu milers d'anys. Ara bé, que passa quan la presència humana ha crescut fins a límits insostenibles per a la Terra? Com afecten les activitats agràries en la qualitat dels recursos i la estabilitat dels ecosistemes?

L'activitat ramadera genera uns residus, que si bé en el passat eren un recurs indispensable per a mantenir la producció agrícola, avui en dia són un problema. La ramaderia intensiva genera més residus que els que pot assumir la zona on aquella es desenvolupa. Els efectes més acusats que generen els excedents de nitrogen són desequilibris ecològics importants. La presència de nitrats en els sistemes aquàtics genera el fenomen d'eutrofització, i la presència de nitrits en concentracions moderades és tòxica per als peixos. El nitrogen també presenta possibles riscos per a la salut humana. Els nitrits, i els nitrats al ésser reduïts a nitrits en el tracte digestiu humà, poden provocar la metahemoglobinèmia, que altera la capacitat de transportar oxigen de la hemoglobina. És una malaltia que afecta més perillosament als nadons.

El Baix Empordà és una comarca de marcat caràcter agrícola i ramader. Fet que provoca una pressió ben documentada. L'actual document IMPRESS de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA), defineix la comarca com una zona amb perill de incompliment de la Directiva Marc de l'Aigua, publicada per la Unió Europea. La causa, en part, és la pressió moderada de les dejeccions ramaderes, que provoquen un mal estat qualitatiu de les aigües subterrànies. D'altra banda l'alta pressió derivada de les extraccions d'aigües costaneres, provoquen el fenomen d'intrusió marina.

En la zona d'estudi l'aigua destinada al consum humà és d'origen subterrani. Per tant una bona gestió dels residus ramaders disminueix el risc de que la població humana es vegi afectada per la presència de nitrats i nitrits a l'aigua de consum. Una bona gestió també permet assegurar l'estabilitat ecològica de les nombroses zones humides de l'àrea d'estudi i dels sistemes marins associats a la costa del Baix Empordà.

3.OBJECTIUS

En aquest treball es pretén avaluar l'impacte potencial de les activitats agrícoles i ramaderes sobre les aigües subterrànies de la plana del Baix Empordà. Es realitzarà un balanç de nitrogen, per tal d'avaluar quines zones són potencialment més contaminants.

El mal estat qualitatiu de els aigües subterrànies és degut, sobretot, a la presència de nitrogen, en diverses formes químiques. El nitrogen present al subsòl prové bàsicament de la infiltració dels purins procedents de l'activitat ramadera i l'aplicació de fertilitzants als conreus. Comparant les aportacions de nitrogen (dejeccions ramaderes, fixació de nitrogen atmosfèric, fertilització), amb les pèrdues (fixació per part de les plantes, volatilització, desnitrificació), es podran identificar les zones "sobreproductores" de nitrogen (aquelles a on hi hagi mes aportacions que pèrdues). Aquestes seran les zones amb perill de provocar contaminació. Comparant la situació d'aquestes, amb la presència real de nitrats al subsòl, es pretén avaluar la eficàcia del mètode emprat i l'afectació real de els aigües subterrànies.

Dins d'aquest treball també es realitzarà un anàlisi del consum d'aigua a la zona d'estudi per tal d'avaluar quines activitats extreuen més quantitat d'aigua del subsòl, agreujant així el problema de la intrusió marina i de la sobreexplotació dels aqüífers.

4. METODOLOGIA

Tot seguit s'exposen els mètodes i les fonts d'informació que s'han utilitzat per als dos apartats principals d'aquest projecte.

Per a tot el treball, el tractament de dades s'ha realitzat amb el programa informàtic EXCEL, i la generació de mapes amb el programa informàtic de sistemes d'informació geogràfic (SIG) MiraMon.

1. Impacte de les activitats agrícoles i ramaderes sobre les sigues subterrànies.

S'ha realitzat un balanç de nitrogen, avaluant-ne les entrades i sortides a la zona d'estudi, a nivell de municipi. L'objectiu és quantificar quina és l'entrada de nitrogen al subsòl en forma de nitrats, i delimitar els municipis que representen un perill potencial major. Els factors que s'han considerat i les fonts d'informació corresponents són:

Entrades:

- L'aplicació de les dejeccions ramaderes com a fertilitzants. Les entrades derivades d'aquest factor s'han calculat a partir del cens de caps de bestiar i capacitat de les explotacions ramaderes per l'any 2006 a la zona d'estudi, facilitades per el Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural (DAR). Als caps de bestiar se'ls hi ha aplicat unes taxes de producció de nitrogen.
- La mineralització de la matèria orgànica present al sòl. Càlcul derivat de la proporció de caps de bestiar i dels anys que fa que es conreen els camps. S'ha generat una taxa de mineralització
- La fixació biològica de Nitrogen s'ha avaluat amb les dades d'explotacions agrícoles de la zona d'estudi, per l'any 2006, facilitades pel DAR. S'han calculat la quantitat de nitrogen fixat a partir de microorganismes de vida lliure, i de caràcter simbiòtic.
- El nitrogen present a l'aigua de reg. Les activitats agrícoles generen una demanda d'aigua de reg. Concretament, les necessitats hídriques que no són cobertes per la precipitació. En la zona d'estudi majoritàriament es reguen els camps mitjançant els canals de reg, i en menor mesura amb aigua d'origen subterrani que prové dels diversos pous presents. L'acció de regar els camps amb l'aigua dels canals de reg aporta nitrogen al sistema ja que el riu Ter conté nitrogen dissolt, en forma de nitrat. El Servei Meteorològic de Catalunya (SMC), i les comunitats de Regants del la Presa de Colomers, i del Reg del Molí de Pals, han proporcionat les dades necessàries per a avaluar-ho, per l'any 2006. No s'ha pogut avaluar el nitrogen que prové de l'aigua de reg d'origen subterrani, ja que no s'han pogut valorar les extraccions d'aigua subterrània per a l'agricultura.

Sortides:

- El nitrogen assimilat per les plantes per al seu creixement, s'ha avaluat aplicant taxes d'assimilació de nitrogen, per tipus de conreu, a les dades d'explotacions agrícoles facilitades pel DAR.

- El procés de desnitrificació s'ha calculat a partir de les dades proporcionades pel Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals de la Universitat de Barcelona (UB), amb el qual s'ha establert un pla de col·laboració. S'han classificat diferents zones en l'àrea d'estudi, on aquest procés és més acusat
- La volatilització de l'amoni en el moment de l'aplicació. L'origen de les dejeccions ramaderes, calculades a partir de les dades del cens ramader facilitat pel DAR, permet avaluar les pèrdues. Aquestes són una estimació que ha estat inclosa dins del procés de mineralització de la matèria orgànica.
- Les pèrdues per rentat de nitrats cap a la zona saturada d'aigua. És el factor que s'avalua en aquest treball. Es pretén comparar els resultats obtinguts amb la presència real de nitrogen al subsòl, per tal de posar a prova la validesa del sistema emprat. Les dades de nitrogen present a les aigües subterrànies han sigut facilitades pel Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals de la UB.

2. Anàlisi del consum d'aigua.

La demanda d'aigua s'ha avaluat pels diferents sectors presents a l'àrea d'estudi: el sector agrícola, el ramader, la indústria, i el consum derivat del turisme i la població resident.

Per al sector agrícola, les necessitats hídriques s'han obtingut a través del càlcul d'evapotranspiració dels conreus. La precipitació, però, cobreix part d'aquesta demanda. Les dades subministrades per les estacions meteorològiques de la zona per l'any 2006, gestionades pel SMC, han permès aquesta avaluació. Per a obtenir les àrees d'influència de cada una de les estacions s'ha utilitzat el mètode dels polígons de Thiessen.

El consum generat per el sector ramader, s'ha calculat a partir del cens per l'any 2006, aplicant-hi taxes de consum per tipus de bestiar. Dades facilitades per el DAR.

La impossibilitat d'obtenir dades de consum directe sobre els sectors industrial, turístic i de població, ha obligat a realitzar el càlcul del consum extrapolant-lo del número d'habitants. S'han utilitzat els valors de consum/habitant, per sectors i per al Baix Ter, publicats per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA).

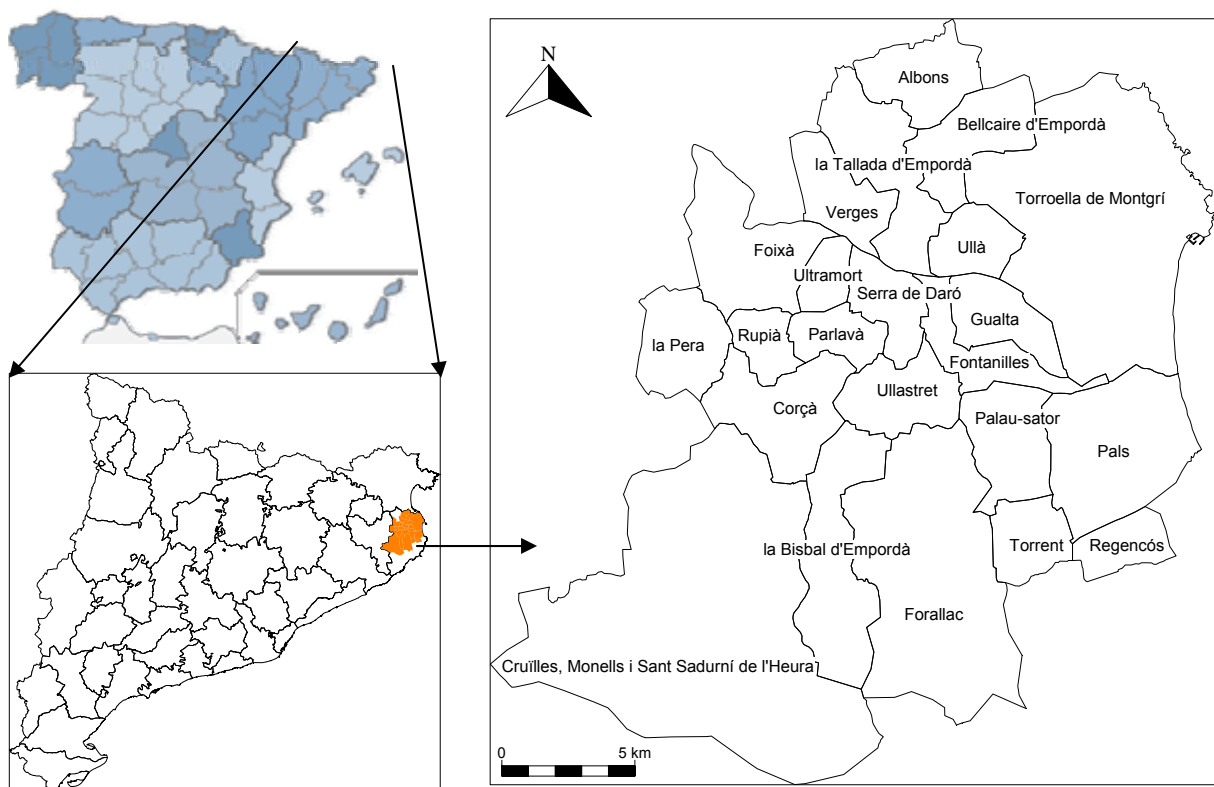
A la zona d'estudi l'aigua de la xarxa de consum urbà prové tota dels aquífers de la zona, a través de pous de captació municipals i de diverses mancomunitats municipals.

5. ZONA D'ESTUDI

5.1 Situació geogràfica

La zona d'estudi es troba situada al nord-est de Catalunya, a la comarca del Baix Empordà, província de Girona (**mapa 5.1**) Esta limitada al nord per el massís del Montgrí i la comarca de l'Alt Empordà; a l'est per el Mar Mediterrani; al sud per el massís de les Gavarres i el massís de Begur; i a l'est per la comarca del Gironès.

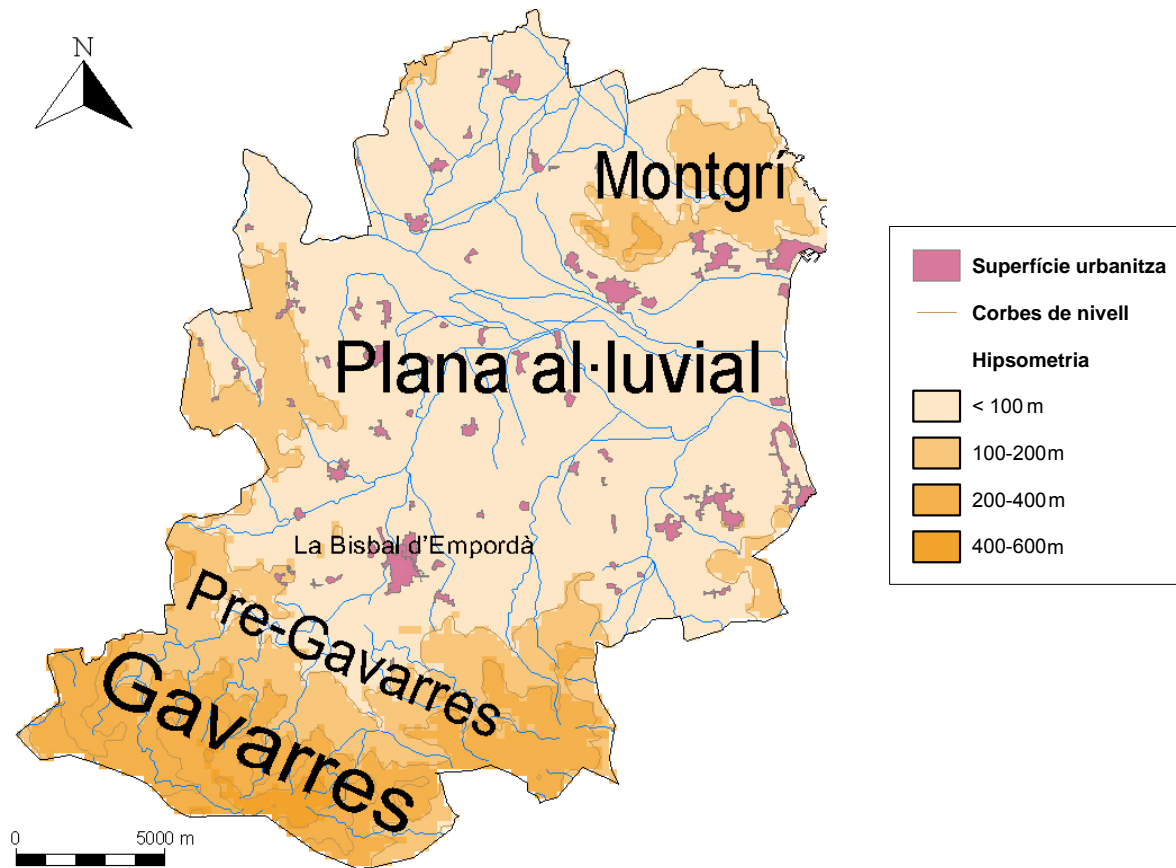
L'àrea d'estudi està constituïda principalment per la plana al·luvial del riu Ter i el riu Daró, on s'hi ubiquen zones de cultiu i d'explotació ramadera. Aquesta té una extensió de uns 446 km², i està formada pels termes municipals dels municipis de: Albons, Belcaire d'Empordà, Corçà, Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura, Foixà, Fontanilles, Forallac, Gualta, La Bisbal de l'Empordà, La Pera, Palau-sator, Pals, Parlavà, Regencós, Ruplà, Serra de Daró, Tallada D'Empordà, Torrent, Torroella de Montgrí, Ullà, Ullastret, Ultramort i Verges.



Mapa 5.1 Situació geogràfica de la zona d'estudi. Font: DMAH. Elaboració pròpia.

A la morfologia de la zona s'hi poden distingir 4 zones (**mapa 5.2**). En primer lloc les Gavarres, que pertanyen al extrem septentrional de la serralada costero-catalana, on si troba la zona més elevada de l'àrea d'estudi, amb unes cotes màximes que ronden els 500 metres sobre el nivell del mar. En segon lloc, les Pre-Gavarres, àrea de transició entre les Gavarres i la plana al·luvial del Ter. És una zona caracteritzada per l'alternança de petites valls amb relleus

que oscil·len entre els 100 i els 110 metres d'altura. En tercer lloc trobem el massís del Montgrí, que es desenvolupa a l'extrem nord-oriental de la depressió de l'Empordà. És la frontera natural entre l'Alt i el Baix Empordà, connectats a través del corredor d'Albons. En quart i últim lloc, trobem la plana al·luvial del Ter i del riu Daró, on es centren les activitats agrícoles i ramaderes de l'àrea d'estudi.



Mapa 5.2 Morfologia de la zona d'estudi. Font: DMAH. Elaboració pròpia.

5.2 Climatologia i meteorologia

La zona d'estudi es troba entre la zona climàtica prelitoral i litoral, influenciada pel Mediterrani, ocasionant episodis de pluges abundants, especialment a la tardor. En general trobem uns hiverns suaus, amb temperatures mitjanes superiors als 7°C, i uns estius secs calorosos amb temperatures mitjanes que no superen els 25°C (**taula 5.1**). Les precipitacions mitjanes anuals oscil·len entre els 620 mm i els 760 mm. (**taula 5.2**) Les precipitacions dels entorns climàtics mediterranis es caracteritzen per una notable variabilitat interanual i una elevada variabilitat diària. Les pluges totals anuals s'allunyen sovint de les pròpies mitjanes i condicionen anys pluviomètrics de caràcter sec o molt plujosos.

Estació	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	anys avaluats
Bisbal d'Empordà	7,4	7,6	11,0	13,5	17,9	22,4	24,5	24,3	20,8	17,2	11,2	7,8	04/98-12/06
Tallada d'Empordà	7,8	8,2	11,1	13,5	17,3	21,4	23,4	23,2	19,6	16,5	11,1	8,1	1995-2006
Monells	6,8	7,2	10,3	12,7	17,0	21,9	23,8	23,7	19,8	16,5	10,5	7,1	1999-2006
Serra de Daró	6,7	7,5	10,8	13,3	17,0	21,6	23,0	22,7	19,3	16,3	10,5	7,1	2000-2006
Torroella de Montgrí	7,5	7,9	10,8	13,2	17,0	21,7	22,9	22,7	19,5	16,6	11,3	8,0	2000-2006
Mitjana aritmètica	7,2	7,7	10,8	13,3	17,3	21,8	23,5	23,3	19,8	16,6	10,9	7,6	

Taula 5.1. Temperatures mitjanes anuals per els anys avaluats, en mm. Font: Servei Meteorològic de Catalunya. Elaboració pròpia.

Estació	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	anys avaluats
Bisbal d'Empordà	81,2	50,6	44,8	87,5	66,7	29,8	32,2	36,7	96,5	122,5	43,5	69,3	761,1	04/98-12/06
Tallada d'Empordà	70,2	42,0	31,9	65,8	50,6	32,3	28,9	41,5	77,9	77,1	59,4	81,2	658,8	1995-2006
Monells	68,0	44,0	40,2	70,1	66,8	32,1	23,2	40,4	83,1	123,5	44,8	61,0	697,1	1999-2006
Serra de Daró	70,4	49,7	38,4	78,7	65,1	28,1	24,2	41,8	94,5	125,1	45,8	38,2	699,9	2000-2006
Torroella de Montgrí	66,4	45,9	32,4	66,5	55,8	24,5	24,1	28,6	72,1	105,4	34,0	65,9	621,5	2000-2006
Mitjana aritmètica	71,2	46,4	37,5	73,7	61,0	29,4	26,5	37,8	84,8	110,7	45,5	63,1	687,7	

Taula 5.2. Precipitacions mitjanes per als anys avaluats, en °C. Font: Servei Meteorològic de Catalunya. Elaboració pròpia.

En la zona estudiada el període més sec coincideix amb els més caloros (l'estiu), fet que provoca una gran necessitat d'aigua per als cultius. La resta de l'any observem una precipitació més irregular, amb uns valors més alts a la tardor, tal com s'observa a la **figura 5.1**, el diagrama ombromètric generat amb les dades de els figures 1.1 i 1.2.

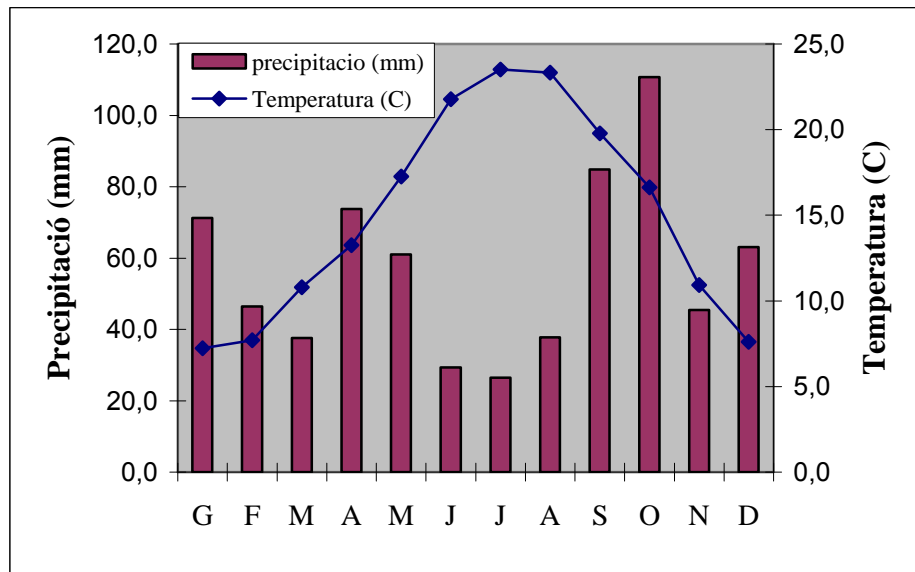
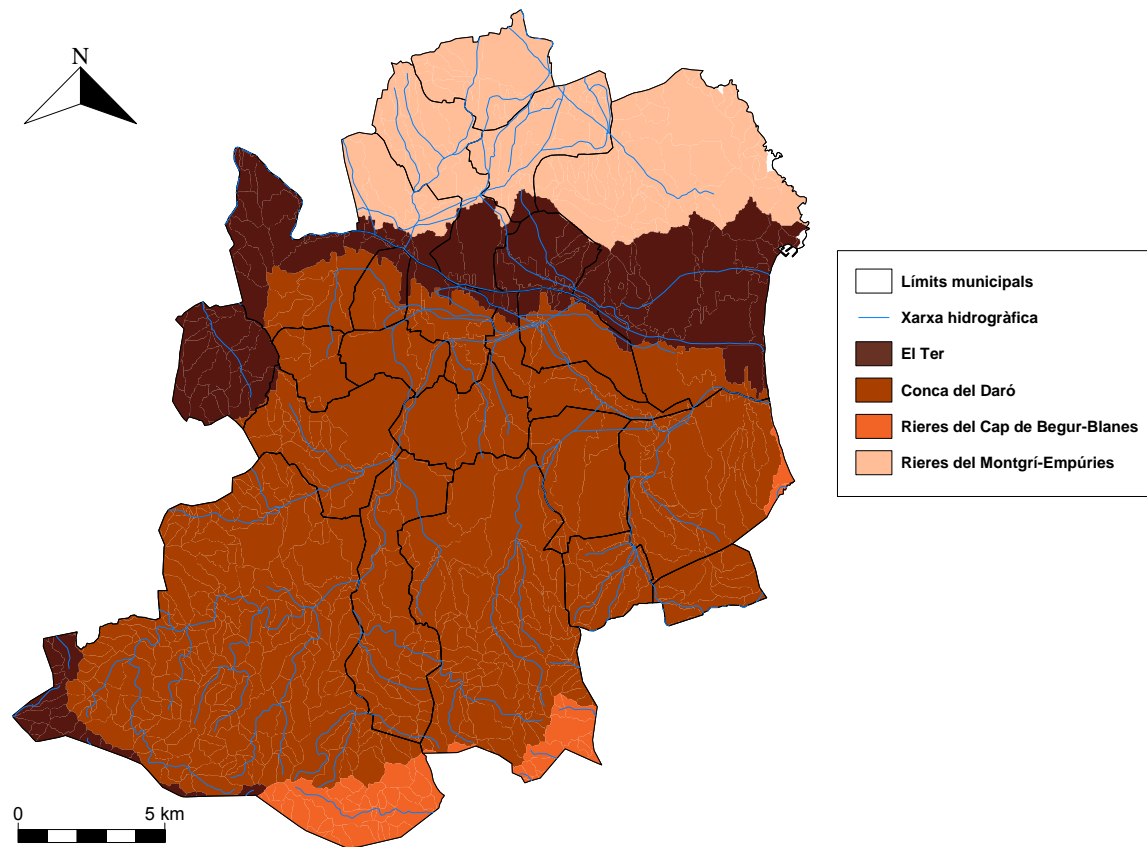


Figura 5.1. Diagrama ombromètric de la zona d'estudi. Font: Servei Meteorològic de Catalunya. Elaboració pròpia.

5.3. Hidrografia

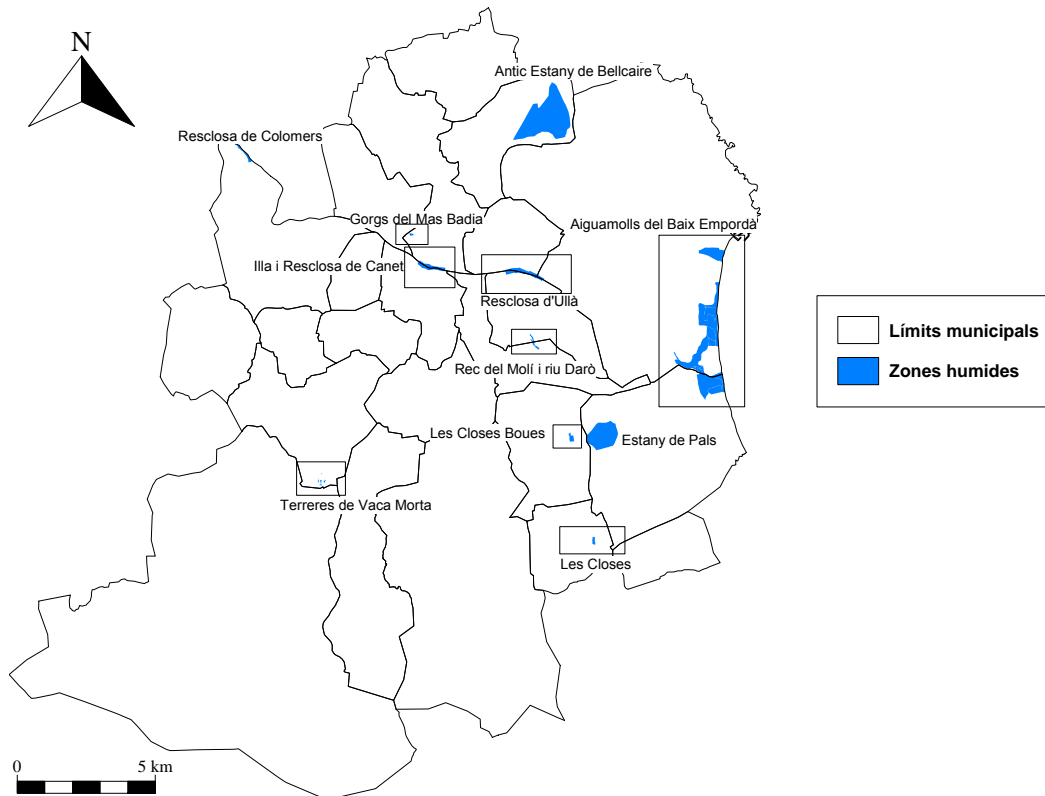
A la zona d'estudi hi trobem 4 conques hidrogràfiques: La conca de del riu Daró, gairebé en la seva totalitat (27927 Ha); la part final de al conca del riu Ter i alguns cursos d'aigua amb origen a les Gavarres i que acaben desembocant al riu Ter a la comarca de Girona (7631 Ha); Diversos cursos d'aigua que pertanyen a la conca de les Rieres del cap de Begur i Blanes (1625 Ha); i finalment l'àrea d'estudi inclou part de la conca hidrogràfica de les Rieres del Montgrí-Empúries (7384 Ha)(**mapa 5.3**). Part dels cursos d'aigua que pertanyen a la conca de les Rieres del Montgrí-Empúries desemboquen al riu Ter, i part desemboquen al mar a la comarca de l'Alt Empordà.

Cal destacar que els cursos del riu Ter i del riu Daró es veuen modificats a causa de les activitats agrícoles de la zona, mitjançant canals de reg, generant un límit difícil d'avaluar en quant a les conques hidrogràfiques es refereix. Ja n'hi ha notícia a l'edat mitjana, però la majoria van ser construïts o molt millorats amb la revolució agrària del XVIII. Inicialment aquestes sèquies servien per a moure els molins fariners, posteriorment per a dessecar els estanys, i actualment, només són útils per al regadiu.



Mapa 5.3. Conques hidrogràfiques de l'àrea d'estudi. Font: DMAH. Elaboració pròpia.

Dins de l'inventari de les zones humides de Catalunya, trobem el següents espais: l'Antic Estany de Bellcaire, els Gorgs del Mas Badia, l'Illa i Resclosa de Canet, el Reg del Molí i riu Daró, la Resclosa d'Ullà, l'Estany de Pals o Estany Marisc, les Closes Boues o antic Estany de Boada, Les Closes, les Terreres de Vaca Morta i la Resclosa de Colomers. També dins dels aiguamolls de l'Empordà trobem els zones humides de La Platera, El Ter Vell, les Closes de la Fonollera, la Bassa de la Mota de l'Om, la Bassa del Frare Ramon i les Basses d'en Coll (**mapa 5.4**)



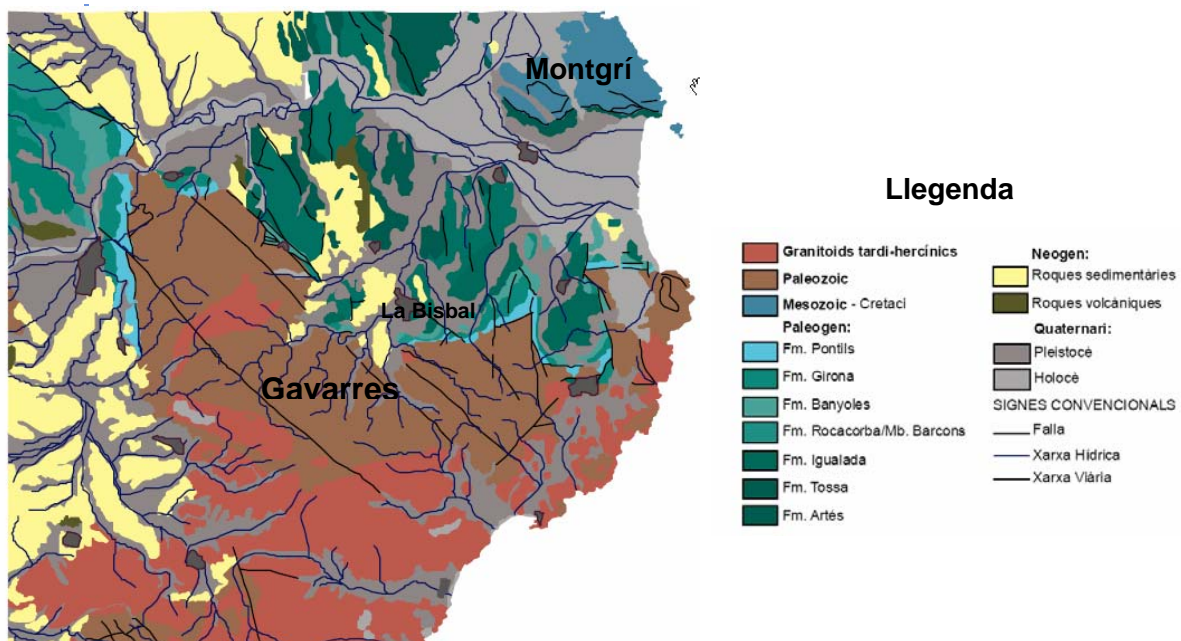
Mapa 5.4. Inventari de les zones humides de Catalunya dins de l'àrea d'estudi. Font: DMAH. Elaboració pròpia.

5.4 Geologia

Atenent a la geomorfologia es pot dividir la zona d'estudi en cinc zones:

- El massís de les Gavarres el formen materials ignis i metamòrfics d'edat paleozoica, que constitueix el sòcol de la depressió de l'Empordà.
- Les vessants nord i est de les Gavarres y la zona de els Pre-Gavarres, formades per roques sedimentaries detrítiques i carbonatades d'edat paleògena. Aquests materials constitueixen el substrat del rebliment neògen i quaternari de la plana del Baix Empordà.
- Les planes al·luvials del Ter i el Daró, formades per dipòsits de tipus al·luvial d'edat quaternaria, i ocasionalment es troben dipòsits de tipus col·luvial. Els límits geomorfològics són, al nord el relleu del Massís del Montgrí, al nord i oest els relleus formats pels sediments neogens de l'Empordà, i al sud els relleus de les Pre-Gavarres. Els materials responen a la colmatació de la conca durant el pleistocè Superior i Holocè (Mas-Pla et al., 1989 i 1999), resultant una notable diversitat de dipòsits quaternaris.

- L'al·luvial del Ter és el dipòsit de dimensions més importants. La seva potència varia entre uns 20 m en les proximitats de Colomers a uns 60 a uns 3km del litoral (SGC, 1994). L'al·luvial del riu Daró presenta al tram meridional de la plana un gruix de 18,5 m, mentre que al nord de Corçà assoleix els 25 m (Montaner et al., 1999). De menor importància són els al·luvials del Rissec, i de les rieres de Peratallada i Grossa de Pals, doncs assoleixen uns 15-20 m
- La zona occidental de la plana al·luvial, on existeixen afloraments de materials neogens en fàcies fonamentalment argiloses.
- El Massís del Montgrí, està configurat per un substrat paleogen constituït per nivells de gresos, lutites i conglomerats, materials d'edat mesozoica (Triàsic, Juràssic i Cretaci), de composició majoritàriament calcària. És una unitat estructural alòctona que, durant la orogènia alpina, es desplaçà de N a S i encavalcà els materials eocens, que constitueixen el reompliment de la conca d'avantpaís sudpirinenca. (Agenda 21 del Baix Ter).



Mapa 5.5. Mapa geològic de la zona d'estudi. Font: Vilanova 2004

5.5 Hidrogeologia

Les formacions geològiques descrites presenten característiques hidrogeològiques diverses. Tanmateix no formen sistemes aïllats, gràcies a les nombroses falles i fractures que les travessen, tot afavorint la seva relació hidrogeològica.

- Les formacions metamòrfiques i ignies que configuren el massís de les Gavarres són materials, en general, poc permeables. Malgrat això, la fracturació i presència de dics l'hi atorguen un considerable potencial hidrogeològic.
- Els materials paleògens de les Pre-Gavarres presenten una estructura tectònica complexa i rendiments hidràulics variables en funció de la litologia de la formació. Els nivells calcaris i sorrencs tenen una circulació dominant de tipus fissurat i presenten uns rendiments hidràulics considerables. (ACA, 05)
- Els materials neogens estan constituïts bàsicament per argiles. Tot i això, a l'àrea de Monells es troben nivells de granulometria major, i esdevenen localment explotables amb rendiments acceptables (Vilanova, 2004).
- Els materials al·luvials d'origen quaternari constitueixen aqüífers de materials amb una porositat considerable i que ofereixen grans cabals d'explotació. Aquests són els aqüífers més accessibles, degut a que afloren en la major part de la zona d'estudi i al seu caràcter superficial. Els aqüífers superficials de la conca del Daró, del riu Ter, i de les rieres del Montgrí, estan connectats hidrologicament ja que els sediments quaternaris que els conformen estan en contacte. Els nivells superiors d'alteració des materials granítics s'inclouen dins d'aquest grup ja que es constata un certa continuïtat hidràulica entre aquest nivell i els sediments quaternaris d'origen al·luvial i col·luvial.
- L'aqüífer constituït per materials al·luvials del riu Ter és el més explotat de la plana, especialment el nivell inferior (la base se situa a uns 60 m de fondària), ja que subministra aigua a diversos municipis de la zona. S'ha de destacar la pressió que si genera a la zona de Gualta, que ha provocat un descens local del nivell hidràulic. La intensiva explotació també ha conduït a una disminució de la qualitat de l'aigua provocada per la intrusió marina. (Vilanova, 2004)

- S'ha de remarcar la influència de les Gavarres com a àrea de recarrega de les depressions veïnes. La recarrega de les formacions paleògenes del Baix Empordà a través de les fractures existents prové de les Gavarres. Aquests materials paleògens, a la vegada recarreguen les formacions quaternàries suprajacents, establint-se un flux de sentit vertical ascendent (**Figura 5.2**)

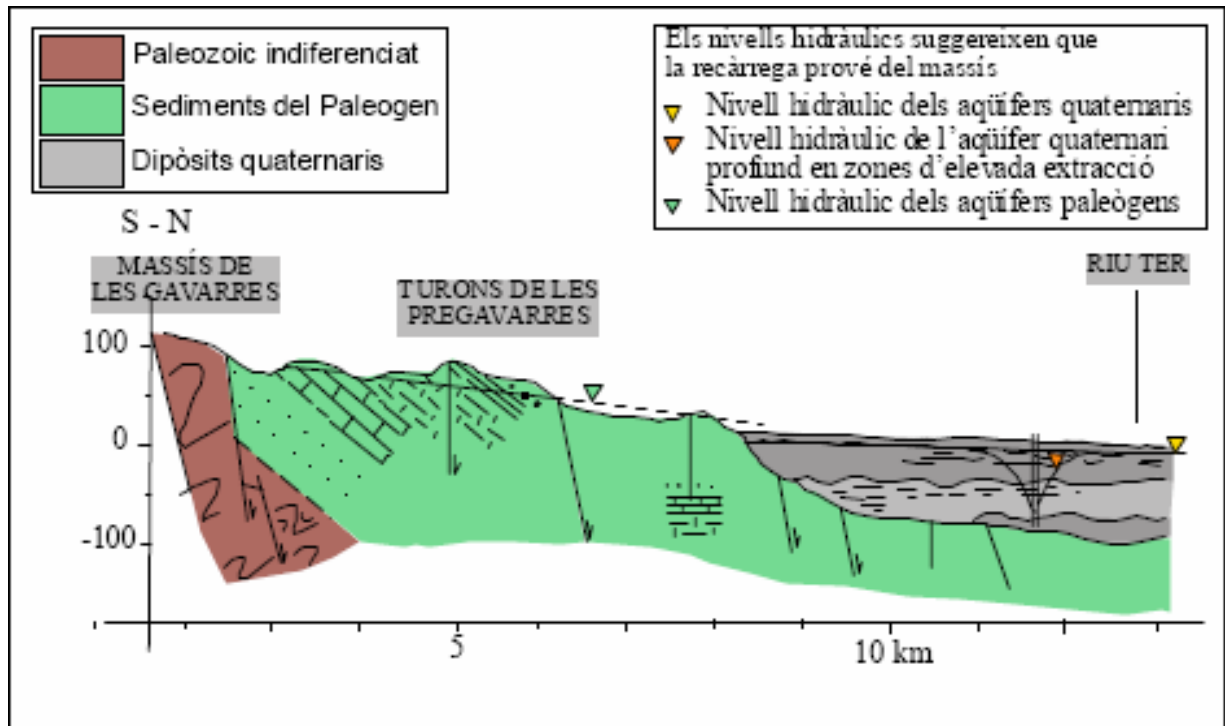


Figura 5.2. Tall interpretatiu de la dinàmica hidrogeològica als aqüífers paleògens de les Pre-Gavarres i els al·luvials del sector del Baix Ter.
Font: Vilanova 2004

5.6 Sectors econòmics i població

La zona d'estudi ha estat històricament de caràcter agrícola, però actualment el turisme, la indústria i la construcció predominen en quant a la ocupació de la població es refereix (**figura 5.3**). La demarcació turística de la Costa Brava, on s'engloba l'àrea d'estudi, és un dels destins turístics més importants de Catalunya. Es pot observar com el sector turístic dona feina a un 56% de la població de la zona estudiada convertint-se en el principal motor econòmic de la regió.

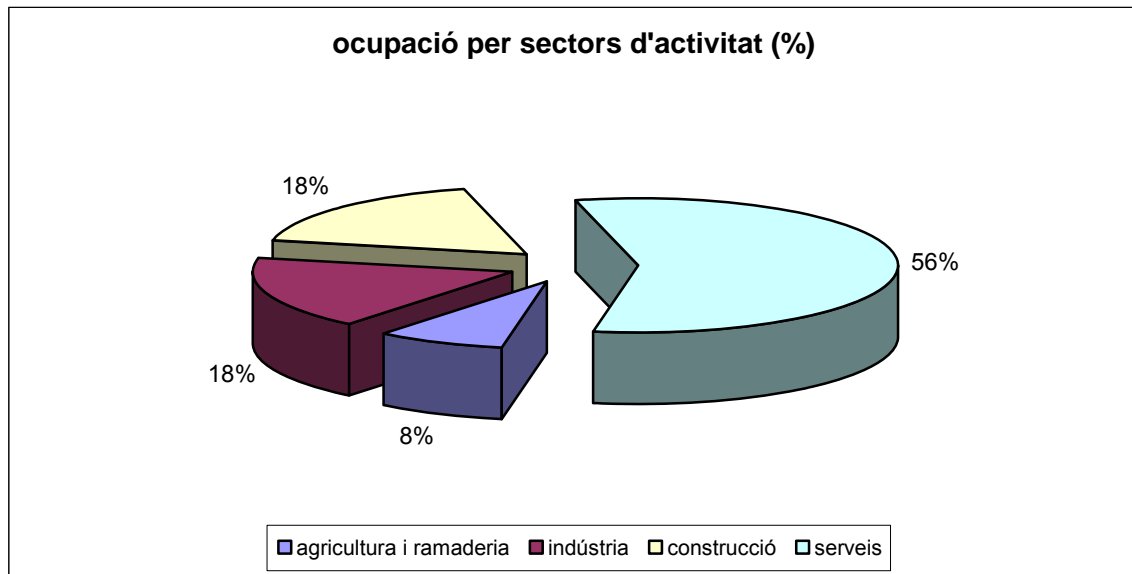


Figura 5.3. Font: Idescat. Elaboració pròpia

5.6.1 Població

La població en la zona d'estudi ha patit un creixement suau entre l'any 1991 i el 2006, com observem a la **figura 5.4**. En 15 anys la població ha crescut unes 7500 persones. Si observem la **taula 13.1** de l'**annex 1**, els municipis amb més nombre d'habitants són Torroella de Montgrí, Pals i la Bisbal de l'Empordà. Les dos primeres acullen els nuclis turístics de la zona d'estudi, i la tercera és la capital de comarca. Gairebé tots els municipis han augmentat en nombre d'habitants durant el període esmentat, tot i que La Bisbal de l'Empordà i Torroella de Montgrí ho han fet de manera més considerable, provocant-ne un augment d'un 19.1% i un 50.8% respectivament. Ullastret, Palau-sator i Ullà han patit un decreixement poc considerable. El màxim el trobem a Ullastret on un decreixement de 26 persones, ha provocat una disminució de població del 10%

La zona d'estudi presenta una densitat de població de 75.4 hab/km². Els municipis que superen àmpliament el valor de la mitjana són: La Bisbal d'Empordà (447,9 hab/km²), Torroella de Montgrí (161,5 hab/km²), Ullà (143,1 hab/km²) i Verges (121,3 hab/km²).

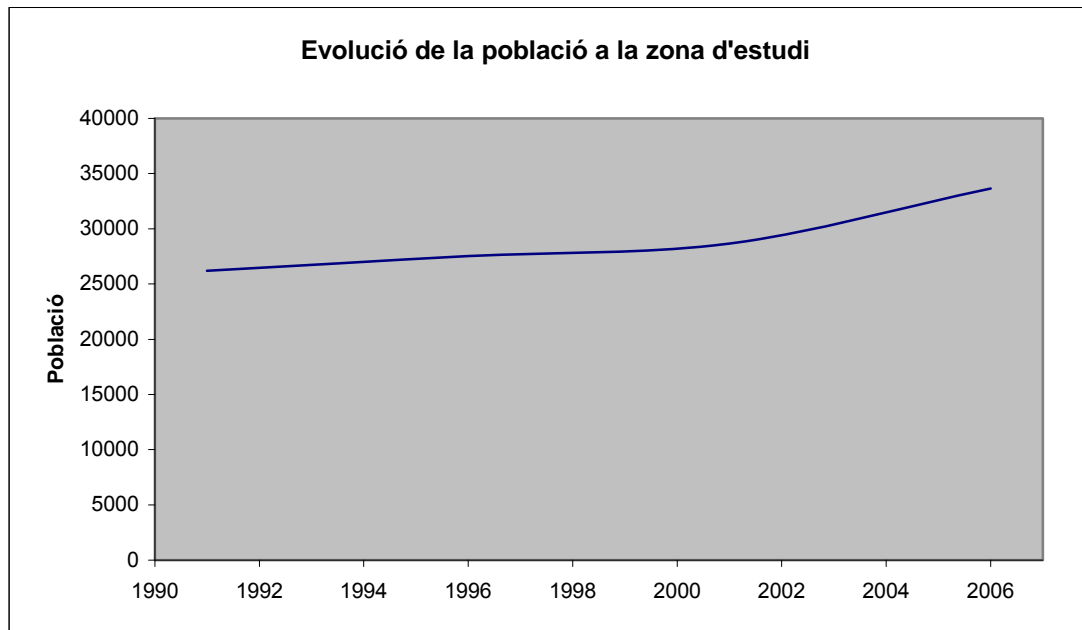


Figura 5.4. Evolució de la població a al zona d'estudi. Font: Idescat. Elaboració pròpia.

5.6.2. Turisme.

El turisme és el principal sector econòmic de la comarca i de la zona d'estudi, i actualment aquest sector genera un 56% de la ocupació. Aquest fenomen va iniciar-se als anys 50 a la zona de la costa Brava. España era un destí proper i barat per els habitants europeus. Des dels anys seixanta fins al 1975 l'ascens del turisme va ser continuat. A partir d'aquest any es va iniciar una forta crisi que durà uns deu anys i acabà en recuperar-se la demanda turística exterior. Però entre el 1988 i el 1990 ha rebrotat la crisi, amb un descens de visitants estrangers molt considerable, els quals han escollit altres països mediterranis, que han assolit el paper de l'Espanya dels anys 50. El destí turístic més barat.

5.6.3 Construcció

El sector de la construcció manté un 18% de la població ocupada (**Figura 5.3**), i es una branca d'activitat lligada estretament amb el sector turístic. L'augment de la afluència turística ha estimulat la construcció immobiliària per donar resposta a el boom turístic patit al Baix Empordà els últims 50 anys. En la zona d'estudi Pals i Torroella de Montgrí són els municipis més lligats a aquests fenomen.

5.6.4 Indústria

En la zona d'estudi l'indústria no és de gran importància, i no hi trobem grans nuclis industrials. El sector industrial que hi trobem està relacionat directament amb el sector de la construcció i del turisme. Un exemple n'és la ceràmica de la Bisbal de l'Empordà. L'indústria també és present a Corçà, Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura, la Pera, la Tallada d'Empordà i Ullà. A Torroella de Montgrí és important el sector de la siderometal·lúrgia.

5.6.5 Agricultura, Ramaderia i Pesca.

La zona d'estudi històricament té associada l'activitat agrícola i ramadera a la plana al·luvial del Ter i del Daró. Actualment els conreus ocupen la pràctica totalitat de la plana al·luvial, a excepció de les zones urbanes i les ocupades per les zones humides i camps de golf. Així els conreus de regadiu ocupen un 18,6% de la zona d'estudi i els de secà un 21,4% (**Annex 1. Taula 13.2.**).

A la **figura 5.5** observem l'evolució de la superfície ocupada per l'agricultura en els últims 24 anys. La superfície destinada a cultius de secà ha disminuït any rere any, al contrari que l'agricultura de regadiu, que en general ha augmentat. La major productivitat dels cultius de regadiu ha provocat aquest canvi en els usos del sol. Hi ha una disminució de l'àrea total conreada entre els anys 1982 i 1989, però més endavant el sector de l'agricultura es recupera i pateix un augment de la superfície total cultivada, tot i que no arriba als nivells de principi dels anys 80 (**Annex 1.Figura 13.1**).

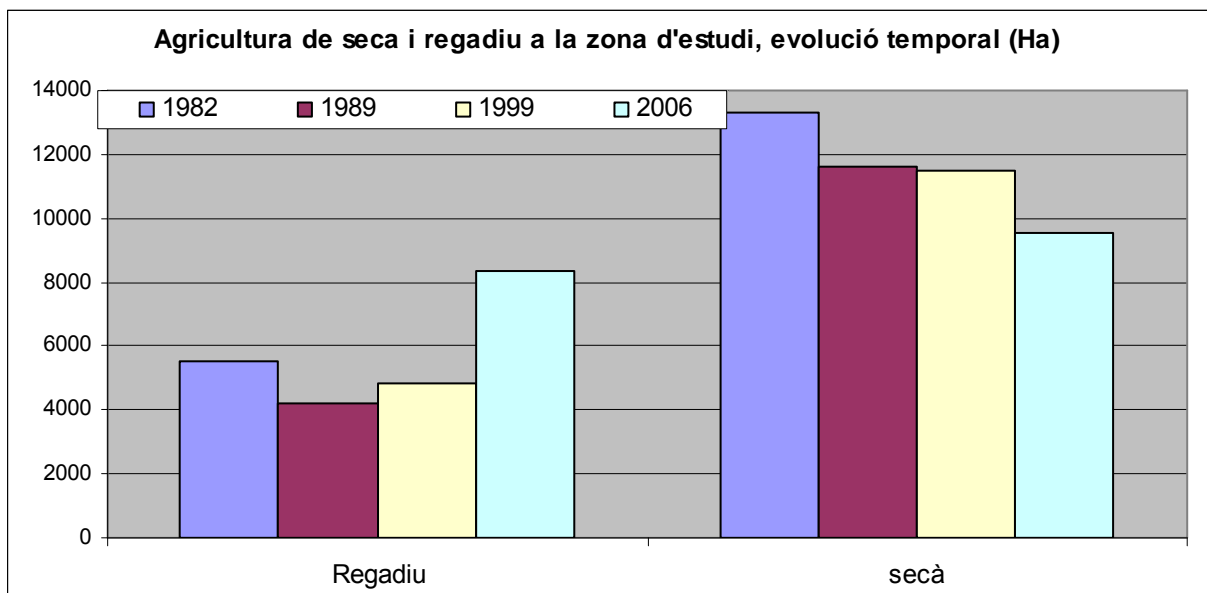


Figura 5.5. Agricultura de secà i regadiu a la zona d'estudi, evolució temporal (Ha). Font: Idescat i DARP. Elaboració pròpia.

Tot i la notable presència de l'activitat agrícola, aquesta activitat, junt amb la ramaderia, genera només un 8% de l'ocupació, tal com s'observa a la **figura 5.3**.

El sector ramader pateix una evolució diversa al de l'agricultura, si bé es pot observar un augment en el numero total de caps de bestiar des de els anys 80 fins a principi de segle, en l'actualitat han disminuït els caps de bestiar (**Figura 5.6**).

Any	Bovins	ovins	cabrum	porcins	aviram	conilles mare	equins	total
1982	14862	21062	1198	56209	254414	9626	343	359696
1989	18454	29364	1805	70473	501661	3111	94	626951
1999	10596	29975	2122	124902	756035	5182	277	931088
2006	10790	21857	2376	119279	651197	19468	459	827432

Figura 5.6. Evolució del numero de caps de bestiar a la zona d'estudi (1982/2006). Font: Idesat i DARP. Elaboració pròpia

Històricament a les poblacions marineres, la pesca solia compaginar-se amb l'agricultura; però amb la mecanització i la introducció de nous procediments de pesca aquesta dualitat de feines ha desaparegut i els pescadors han hagut d'especialitzar-se i dedicar-se enterament a la mar. La pesca, en franca disminució, té dues bases: Palamós i Sant Feliu de Guíxols, que el 2001 sumaren unes 2 000 t de peix (el 4,5% del total català). Així doncs, la pesca no està present a al zona d'estudi.

6. IMPACTE DE LES ACTIVITATS AGRÍCOLES I RAMADERES SOBRE LES AIGÜES SUBTERRÀNIES

6.1. Cicle del nitrogen

El nitrogen és imprescindible per a totes les formes vives de la Terra ja que forma part dels àcids nucleics i de les proteïnes. És present a l'atmosfera principalment en forma molecular (N_2). També es troben a l'atmosfera quantitats petites però significatives d'altres compostos nitrogenats com el N_2O , NO , NO_2^- , NH_3 , HNO_3 , NO_3^- , NH_4^+ i N orgànic (aquest últim present en els aerosols). L' N_2 representa un 78% dels gasos atmosfèrics.

El nitrogen molecular no és assimilable per les formes vives i presenta una gran estabilitat, però pot ser descompost per processos que generin altes temperatures, com la combustió dels vehicles a motor i les descàrregues elèctriques, generant els òxids nitrosos esmentats anteriorment (NO_2^- i NO). Aquests després s'oxiden formant nitrats, que es dipositen al sòl dissolts amb l'aigua de pluja.

Tanmateix els processos més importants de fixació de nitrogen a la biosfera són els biològics. Certs bacteris són capaços de descomposar el nitrogen molecular i transformar-lo en amoni (NH_4). Aquest pot ser assimilat per les plantes, o oxidat, produint Nitrit. (NO_2^-). El procés d'oxidació de l'amoni és anomenat nitrificació i es dut a terme principalment per bacteris del gènere *Nitrosomonas*. El nitrit també pot ser oxidat i transformar-se en nitrat NO_3^- , ara gràcies a l'acció de bacteris del gènere *Nitrobacter*. El nitrat també és una forma química assimilable per les plantes.

Aquestes tres formes químiques, són molt solubles en l'aigua, essent potencialment mobilitzades al subsòl degut a la infiltració d'aquesta.

Els nitrats són habitualment la forma química més abundant a l'aigua subterrània, ja que les plantes "prioritzen" l'assimilació del nitrogen en forma d'amoni. Això és degut a que les plantes necessiten reduir el nitrat per assimilar-lo, i prefereixen absorbir amoni, que representa una despesa energètica menor.

Aquest nitrat pot patir un procés de desnitrificació, on es redueix a través de diversos passos, transformant-se en nitrogen molecular (N_2), i retornant a l'atmosfera. La desnitrificació també la duen a terme microorganismes. Al ser un procés reductor, es dona a les zones saturades del sòl.

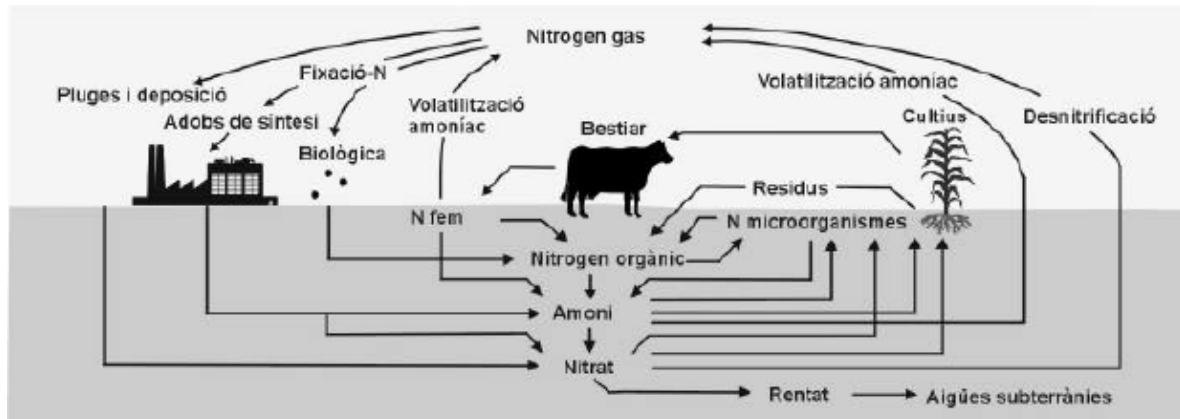


Figura 6.1 Cicle del nitrogen. Font: Boixadera et al. (2000)

Les activitats ramaderes tenen un perill potencial elevat sobre les aigües subterrànies. Les dejeccions ramaderes que produeixen són una font molt important de nitrogen, tant en forma amoniacal com en forma de matèria orgànica, i una aplicació excessiva comporta un risc d'infiltració de nitrogen al subsòl en forma de nitrat (NO_3^-). El nitrogen segueix una dinàmica complexa en el sòl, on part del nitrogen aplicat és disponible quasi immediatament després de l'aplicació, i part requereix ésser descompost per a poder ser assimilat.

6.2. Balanç de nitrogen

Per tal d'avaluar la quantitat de nitrogen que s'infiltra al subsòl en forma de nitrat, primer s'ha de realitzar un balanç a nivell de parcel·la agrícola. Aquest s'ha realitzat per al nitrogen molecular i per a les zones cultivades de la zona d'estudi per a l'any 2006. Posteriorment es valorarà quina forma química està present en cada fase del balanç.

El balanç es realitzarà a nivell de municipi. L'avaluació a nivell de parcel·la seria més exacta, però la incapacitat de relacionar les explotacions ramaderes amb les agrícoles ho impedeix. S'ha de tenir en compte que hi ha municipis totalment ocupats per activitats agràries, principalment els que ocupen la plana del Ter i del Daró; i altres on el terme municipal inclou zones de les Gavarres, i del massís del Montgrí. Per a un balanç complet:

Les entrades són:

- L'aplicació de les dejeccions ramaderes com a fertilitzants (DR).
- La mineralització de la matèria orgànica present al sòl (MMO)
- La fixació biològica de nitrogen (FBN)
- L'aplicació de fertilitzants inorgànics (FI)
- El nitrogen present a l'aigua de reg (AR)
- El nitrogen present a l'aigua de pluja (AP)

Les sortides són:

El nitrogen assimilat per les plantes per al seu creixement (CP).

Les pèrdues per rentat de nitrats (RN)

El procés de desnitrificació (D)

La volatilització de l'amoni en el moment de l'aplicació (VA)

En el present treball, per manca de dades s'ha desestimat la valoració del nitrogen incorporat per l'aplicació de fertilitzants inorgànics, i el nitrogen present a l'aigua de pluja. Els fertilitzants inorgànics són usats habitualment, i puntualment de forma abusiva. La impossibilitat de quantificar la seva aplicació implica una infravaloració de les entrades de nitrogen que puntualment pot ser important.

Així, el balanç considerat en aquest treball és:

$$DR + MMO + FBN + AR = CP + RN + D + VA$$

Així podem aïllar les pèrdues per rentat de nitrats :

$$RN = DR + MMO + FBN + AR - CP - D - VA$$

S'ha de tenir en compte que la desnitrificació afecta al nitrat present a les aigües subterrànies (es un procés de reducció). Aquest es valorarà de forma qualitativa, delimitant zones on el procés és més acusat. A més a més, només part del nitrogen aplicat serà disponible el mateix any. La taxa de mineralització ens quantifica aquest procés i serà considerada a les dejeccions ramaderes aplicades als conreus. En el procés de mineralització, s'han inclòs les pèrdues degudes a la volatilització de l'amoni en el moment de l'aplicació.

Els excedents generats seràn susceptibles de ser rentats per l'aigua que s'infiltra al subsòl. Ara es pot generar l'equació:

$$\text{Excedents} = RN = (DR \times MMO) + FBN + AR - CP$$

6.2.1. Aplicació de les dejeccions ramaderes com a fertilitzants

Per tal d'avaluar l'entrada de nitrogen derivat de l'aplicació de residus ramaders s'han utilitzat els paràmetres de generació de nitrogen publicats pel DARP (**Annex 2. Taula 13.3**). El nombre de caps de bestiar de la zona d'estudi per l'any 2006 han sigut facilitades pel Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural de la Generalitat de Catalunya (DAR) (**Annex 2. Taules 13.4 a 13.17**).

Per a realitzar els càlculs s'han desestimat les explotacions de cérvols cignes, daines, muflons i visons per la manca de dades de producció de nitrogen.

Cal remarcar que són dades per al 13 de març de 2006, i que no representen la capacitat màxima de les explotacions ramaderes. Així s'han creat dos

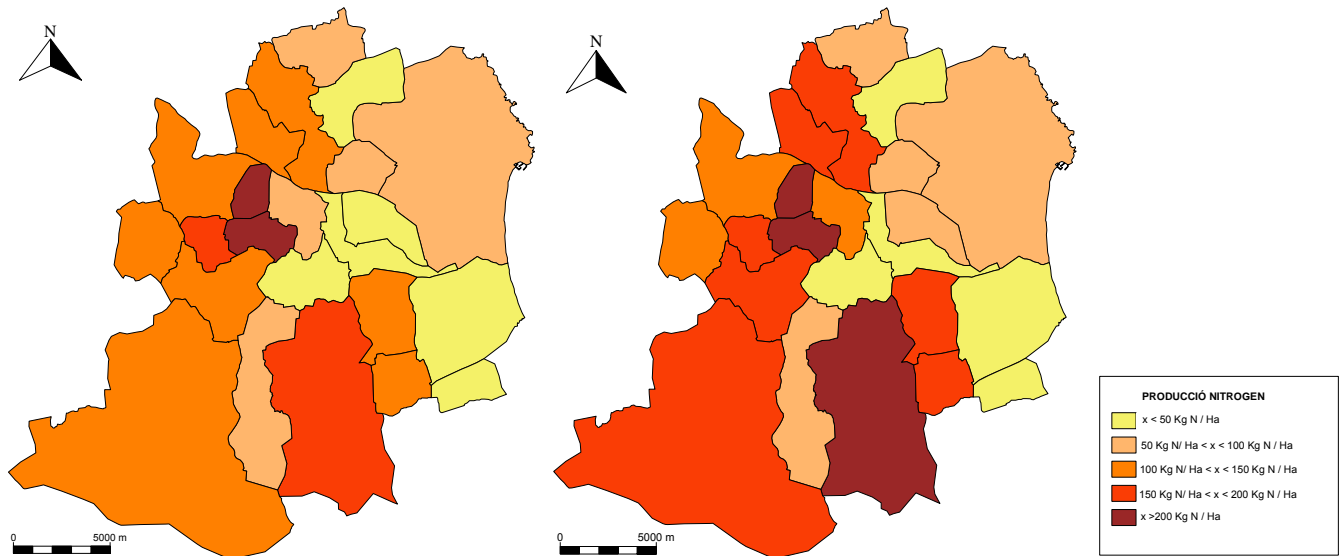
escenaris. El primer considerant la capacitat puntual del març de 2006 com una capacitat constant al llarg de l'any. El segon considerant una ocupació del 100% de les places ramaderes al llarg de l'any. Així s'obtindrà la generació de nitrogen potencial.

Els resultats es mostren a la **taula 6.1**. Podem observar que la generació de nitrogen augmenta en 385901,0 Kg si es considera el 100% d'ocupació. Augment que suposa un 22%. Cal destacar que pel municipi d'Ullà, els valors del 100% d'ocupació són menors que els de l'ocupació pel març de 2006. És degut a que el cens mostra un nombre de cries de gallina 17000 unitats major a la capacitat del municipi. Això altera els resultats generats en tot el treball, però s'ha cregut adient conservar el valor del cens degut a la fiabilitat de la font d'informació.

Municipis	ocupació març 2006		100% ocupació		increment %
	Kg N totals	Kg N/Ha conreada	Kg N totals	Kg N/Ha conreada	
Albons	50988,4	61,9	79379,5	96,3	55,7
Bellcaire d'Empordà	25471,1	23,9	25617,1	24,1	0,6
Bisbal d'Empordà, la	40260,6	63,6	54722,8	86,4	35,9
Corçà	107780,5	124,2	141874,4	163,4	31,6
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	208221,9	148,1	242221,7	172,3	16,3
Foixà	116162,9	123,3	126631,1	134,4	9,0
Fontanilles	16152,8	22,0	18722,1	25,5	15,9
Forallac	211651,4	171,5	247288,5	200,4	16,8
Gualta	28619,6	46,4	35706,8	57,9	24,8
Palau-sator	124263,9	144,7	151608,3	176,5	22,0
Pals	10302,0	9,7	28535,3	26,9	177,0
Parlavà	103293,3	212,5	116377,9	239,5	12,7
Pera, la	74455,0	119,9	82125,0	132,2	10,3
Regencós	20,0	0,1	6132,8	30,8	30564,0
Rupià	49176,0	152,2	63185,9	195,6	28,5
Serra de Daró	49131,2	85,7	59797,4	104,4	21,7
Tallada d'Empordà, la	168848,3	143,7	192434,9	163,8	14,0
Torrent	33633,5	108,8	51055,9	165,2	51,8
Torroella de Montgrí	108169,2	66,7	143171,8	88,3	32,4
Ullastret	14313,6	17,6	32755,6	40,2	128,8
Ullà	39932,1	94,9	36067,5	85,7	-9,7
Ultramort	97398,1	254,3	108728,9	283,9	11,6
Verges	81075,9	134,0	97216,5	160,7	19,9
Àrea d'estudi	1755456,5	99,0	2141357,5	120,5	22,0

Taula 6.1. Generació de N per municipi, pels dos escenaris creats, en Kg N/any. Any 2006. Font: Elaboració pròpia.

Podem observar la distribució dels municipis i la seva producció, per als dos escenaris creats, als **mapes 6.1 i 6.2**.



Mapa 6.1. Producció de nitrogen per la ocupació del març del 2006. Elaboració pròpia.

Mapa 6.2. Producció de nitrogen pel 100% d'ocupació. Elaboració pròpia

6.2.2. La mineralització de la matèria orgànica present al sòl

La transformació en el sòl dels compostos orgànics a amoni rep el nom de mineralització; el seu pas a nitrats s'anomena nitrificació. Per simplicitat aquí es parlarà de mineralització pel conjunt d'ambdós processos

Els residus orgànics presenten el nitrogen en diferents formes químiques. Les formes amoniacals i el nitrogen orgànic de ràpida mineralització són disponibles quasi immediatament després de l'aplicació per les plantes. En canvi el nitrogen que es troba en forma de matèria orgànica es va alliberant al llarg dels anys i es disponible de forma progressiva.

La proporció de les diverses formes químiques del nitrogen varia en funció del tipus de bestiar que genera els residus (**Annex 2. Taula 13.18**).

Tenint en compte que només una part del nitrogen aportat és disponible el primer any, i per tal d'avaluar la influència de la mineralització, hem utilitzat les series decreixents facilitades pel manual de bones pràctiques agrícoles del DARP (**Annex 2. Taula 13.19**) Aquestes ens indiquen la proporció de nitrogen que es mineralitza cada any per a diferents tipus de bestiar. A partir d'aquestes series hem generat la **taula 6.2** on s'observa el percentatge de nitrogen disponible, en relació al nitrogen aplicat.

En un camp on suposem una aplicació de purins regular, l'efecte residual de la mineralització del nitrogen orgànic, provoca la tendència a igualar-se la quantitat de nitrogen aportat amb el nitrogen disponible. Als 20 anys d'explotació gairebé la totalitat del nitrogen aplicat, és disponible.

Anys	1	2	3	4	5	10	15	20
Gallinassa	90,1	90,9	90,9	91,7	92,6	94,3	96,2	97,1
Purí de porc	75,2	78,7	81,3	82,0	83,3	87,0	90,1	94,3
Boví 2,5%	40,0	64,1	57,1	63,3	64,9	77,5	86,2	91,7
Boví 1%	20,0	33,3	34,5	40,8	45,7	71,9	88,5	96,2

Taula 6.2. Percentatge de nitrogen disponible en relació al nitrogen aplicat, per a una quantitat constant de N aplicat. Font: Boixadera *et al.* (2000). Elaboració pròpia

És de suposar que els cultius es fan a la mateixa zona sempre. Observant la **figura 13.1 de l'annex 1**, les 15773 Ha cultivades de l'any 1989 porten més de 20 anys de fertilització N disponible / N aplicat ≈ 1), i la diferència entre els anys 2006 i 1989 (unes 2000 Ha) tenen menys de 15 anys d'activitat agrària.

Ara bé, degut a la variació entre les sèries decreixents dels diferents caps de bestiar, per simplificar els càlculs s'ha considerat adequat agafar un valor constant per avaluar el nitrogen disponible en funció del nitrogen aplicat. Només el 50-85 % dels fertilitzants minerals nitrogenats és absorbit l'any de la seva aplicació. (Boixadera *et al.* 2000). Tenint en compte que la majoria dels conreus de la zona d'estudi fa més de 20 anys que són explotats caldria un valor major al 85% esmentat. En el procés d'aplicació de purins també es donen pèrdues per volatilització de l'amoni (comentat posteriorment a l'apartat 3.2.6), i es creu adequat assumir que la relació entre el nitrogen aplicat i el nitrogen disponible és d' un **0,85**.

6.2.3. La fixació biològica de nitrogen

És dins del cicle del nitrogen, el procés biològic més important. El duen a terme microorganismes de vida lliure associats a la rizosfera; i bacteris que formen associacions simbiòtiques amb plantes. La taxa de fixació de nitrogen de els bacteris simbiòtiques pot arribar a ser 2 o 3 ordres de magnitud a la taxa de les bacteries de vida lliure fixadores de nitrogen (ATLAS *et al.* 2002).

Els primers, que generen associacions poc específiques, tenen taxes de fixació de nitrogen entre 5 i 25 Kg N / Ha·any. Els segons, simbiòtics de caràcter específic amb determinades plantes, com pot ser el cas de bacteris del gènere *Rhizobium* amb l'alfals, la soja o les llegums; tenen taxes més elevades. En el cas de l'alfals la taxa és entre 128 i 300 Kg N / Ha·any (MAIER *et al.* 2000).

Per a aquest estudi s'han pres valors mitjos de fixació de nitrogen. Pels bacteris de vida lliure 15 Kg N / Ha·any, i per el cas específic de l'alfals 214 Kg N / Ha·any. Els primers influiran en la totalitat de les zones cultivades, i els segons només en els municipis que tinguin aquest tipus de conreu.

Els resultats s'observen a la **taula 6.3**. Cal remarcar la importància del cultiu de l'alfals en els municipis, al ésser el principal cultiu farratger; i la notable aportació de nitrogen que provoca.

Municipis	Àrea municipi (Ha)	Conreu d'alfals (Ha)	FBN bacteris vida lliure (Kg N)	FBN Bacteris associats a l'alfals (Kg N)
Albons	824	227	12360	48578
Bellcaire d'Empordà	1064	308	15960	65912
Bisbal d'Empordà, la	745	145	11173	31030
Corçà	868	120	13020	25680
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	1406	285	21090	60990
Foixà	942	148	14130	31672
Fontanilles	734	160	11010	34240
Forallac	1234	198	18510	42372
Gualta	617	150	9255	32100
Palau-sator	859	211	12885	45154
Pals	1059	160	15885	34240
Parlavà	486	110	7290	23540
Pera, la	621	135	9315	28890
Regencós	199	40	2985	8560
Rupià	323	63	4845	13482
Serra de Daró	573	120	8595	25680
Tallada d'Empordà, la	1175	204	17625	43656
Torrent	309	79	4635	16906
Torroella de Montgrí	1621	420	24315	89880
Ullastret	815	210	12225	44940
Ullà	421	100	6315	21400
Ultramort	383	68	5745	14552
Verges	605	66	9075	14124
Àrea d'estudi	17883	3727	268243	797578

Taula 6.3. Fixació biològica de nitrogen a l'àrea d'estudi, any 2006. Elaboració pròpia.

6.2.4. El nitrogen present a l'aigua de reg

L'aigua de reg genera una entrada de nitrogen als camps, principalment en forma de nitrat. Tant si prové dels aquífers subjacents als conreus, com dels canals de reg alimentats pels rius Daró i Ter.

El nitrogen present a l'aigua del riu pot tenir dos orígens: els aquífers de la zona que recarreguin el riu quant aquest presenta una dinàmica efluent, o els abocaments d'aigües residuals de municipis sense Estacions Depuradores d'Aigües Residuals (EDAR's), o que la seva eficiència de depuració no sigui suficient. Per a la zona d'estudi els municipis de Bellcaire d'Empordà, Foixà, Fontanilles, Gualta, Palau-Sator, Parlavà, Rupia, la Tallada d'Empordà, Ullastret, Ultramort i Verges, no depuren de manera adequada les seves aigües residuals.

En el **mapa 13.1** de l'**annex 2**, es pot observar la distribució dels municipis que depuren les seves aigües residuals en les diferents EDAR's que hi ha o influeixen en la zona d'estudi: L'EDAR de la Bisbal d'Empordà, l'EDAR de Pals, l'EDAR de Torroella de Montgrí, i l'EDAR de l'Escala.

Un cop avaluada la demanda d'aigua del sector agrícola (Apartat 7.1.1), concretem quin és l'origen de l'aigua destinada als conreus.

Les dos comunitats de regants més importants de la zona d'estudi, la Comunitat de Regants del Reg del Molí de Pals, i la Comunitat de Regants de la Presa de Colomers, han gestionat l'any 2006, 22,41 i 22,52 Hm3 respectivament (**taula 6.4**), segons dades facilitades per les pròpies comunitats de Regants, i obtingudes en les estacions d'aforament presents a l'entrada de les seves instal·lacions.

	Comunitat de Regants del Reg del Molí de Pals	Comunitat de Regants de la Presa de Colomers
Hm3 (2006)	22,41	22,52
Demanda aigua municipis abastats(Hm3)	14,44	14,14
Àrea cultivada zona d'estudi (%)	45,3	35,9

Taula 6.4. Volum d'aigua i àrea en que subministren les comunitats de Regants. Font: Comunitat de Regants del Reg del Molí de Pals i Comunitat de Regants de la Presa de Colomers (*com. verb*). Elaboració pròpia.

La comunitat del Reg del Molí de Pals dóna servei al marge dret del riu Ter, a aproximadament 3000 Ha dels municipis de Pals, Gualta, Torroella de Montgrí, Palau-Sator, Serra de Daró, Ullastret i Fontanilles. A més a més, l'aigua que alimenta l'estany d'Ullastret i de Pals també discorre per les seves instal·lacions.

La comunitat de la Presa de Colomers dóna servei als municipis de Colomers, Jafre, Verges, Albons, l'Escala, Bellcaire d'Empordà, Viladamat, Ullà, Torroella de Montgrí i la Tallada d'Empordà. També proporciona aigua als aiguamolls del Ter Vell.

Aquestes dos comunitats de regants subministren aigua a un 81,2% dels cultius de regadiu de la zona d'estudi (Torroella de Montgrí s'ha inclòs només dins de la Comunitat de Regants del Reg del Molí de Pals). Encara que no tota l'aigua vagi destinada als conreus avaluats, sembla evident que per l'any 2006 es podien cobrir totes les necessitats hídriques d'aquests. El volum d'aigua gestionat és molt major a la demanda generada per l'agricultura. Per als demés municipis de la zona d'estudi no s'ha pogut disposar de dades sobre el tipus de subministrament ni la quantitat.

En la pràctica nombroses explotacions agrícoles reguen amb aigües subterrànies extretes de pous privats. Degut a la incapacitat d'avaluar quantitativament aquestes extraccions, es considerarà que la totalitat del reg prové dels cursos fluvials. D'aquesta manera es subestima la entrada de nitrogen als camps de conreu, ja que l'aigua subterrània té una concentració més alta de nitrogen.

Es defineix:

DAA: Demanda aigua agricultura. En Hm^3

$[NO^3]$: Concentració de nitrats a l'aigua de reg. En mg/Litre

$$Kg\ N\ aportat = 10^{-6} [NO^3] (mg \cdot L^{-1}) \times 10^9 DAA (Hm^3)$$

El riu Ter presenta una concentració de 20 mg/L l'any 2004 (Vilanova, 2004). Aquest valor és aproximat, ja que la concentració de nitrats al Ter varia al llarg de l'any.

Municipis	Demanda total anual aigua (Hm3)	Kg N aportat per l'aigua de reg
Albons	1,87	37400
Bellcaire d'Empordà	3,26	65200
Bisbal d'Empordà, la	0,44	8800
Corçà	0,52	10400
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	0,31	6200
Foixà	0,99	19800
Fontanilles	2,24	44800
Forallac	0,30	6000
Gualta	1,90	38000
Palau-sator	0,85	17000
Pals	2,29	45800
Parlavà	0,92	18400
Pera, la	0,06	1200
Regencós	0,05	1000
Rupià	0,03	600
Serra de Daró	1,38	27600
Tallada d'Empordà, la	2,50	50000
Torrent	0,07	1400
Torroella de Montgrí	4,68	93600
Ullastret	1,10	22000
Ullà	1,05	21000
Ultramort	0,79	15800
Verges	0,79	15800

Taula 6.5. Nitrogen presenta l'aigua de reg. Any 2006. Elaboració pròpia.

A la **taula 6.5** s'observa que els municipis amb més superfície de regadiu incorporen més nitrogen, degut a la major quantitat d'aigua de reg que usen. Val a dir que és un càlcul aproximat degut a la variabilitat temporal, per una part del nitrogen present al riu; i per l'altre de les necessitats de reg dels conreus.

6.2.5. El nitrogen assimilat per les plantes per al seu creixement

Per a realitzar aquest càlcul s'han utilitzat les dades de superfície de conreu per municipi facilitades per el DAR (**Annex 1. Taula 13.2.**), i els coeficients d'assimilació de nitrogen per a diversos cultius de caire anual. (**Annex 2. Taula 13.20**). La quantitat de nitrogen absorbit depèn directament de la producció del cultiu. D'aquesta manera els cultius de regadiu, al ser més productius, tenen una major capacitat d'assimilar nitrogen. Es poden veure els resultats a la **taula 6.6**.

Municipis	Kg N assimilat	Kg N assimilat/Ha conreu	% hectàrees avaluades
Albons	113561,54	137,8	99,8
Bellcaire d'Empordà	164319,47	154,4	99,8
Bisbal d'Empordà, la	67731,94	107,0	99,4
Corçà	97742,57	112,6	99,4
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	113933,63	81,0	99,3
Foixà	128368,99	136,3	99,6
Fontanilles	110358,53	150,4	99,9
Forallac	98867,80	80,1	99,0
Gualta	95303,77	154,5	98,7
Palau-sator	86425,83	100,6	98,7
Pals	114838,28	108,4	99,5
Parlavà	78741,18	162,0	99,4
Pera, la	51900,02	83,6	99,3
Regencós	18116,89	91,0	99,0
Rupià	27454,74	85,0	100,0
Serra de Daró	108449,56	189,3	99,6
Tallada d'Empordà, la	176269,03	150,0	100,0
Torrent	25587,49	82,8	99,4
Torroella de Montgrí	242438,15	149,6	99,0
Ullastret	98665,35	121,1	99,5
Ullà	63526,42	150,9	100,0
Ultramort	75954,62	198,3	99,8
Verges	87788,61	145,1	100,0
Àrea d'estudi	2246344,41	125,6	99,5

Taula 6.6. Assimilació de nitrogen total i per hectàrea conreada pels municipis de la zona d'estudi. Percentatge de les hectàrees avaluades sobre el total de la superfície de conreu. Any 2006. Elaboració pròpia.

Els valors més alts d'assimilació de nitrogen per hectàrea són deguts a la major proporció de conreus de regadiu. Els municipis amb conreus predominantment de secà obtenen uns valors sobre els 80 Kg N /Ha, com és el cas de Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura, Forallac, la Pera, Ruplà i Torrent. En el cas dels municipis amb conreus majoritàriament de regadiu poden arribar a valors de fins a 198,3 Kg N /Ha, en el cas de Ultramort.

Podem observar com s'han avaluat gairebé la totalitat dels conreus de la zona d'estudi, un 99,5%. No s'han avaluat aquells conreus dels que no es disposaven coeficients d'assimilació.

6.2.6. La volatilització de l'amoni en el moment de l'aplicació.

És un procés que implica la sortida de l'amoni a l'atmosfera. Molt important en el cas d'aplicació de fertilitzants rics en amoni. El procés és més intens en sòls amb baix contingut d'humitat i quan no s'incorporen al sòl els fertilitzants o quan s'apliquen grans dosis per unitat de superfície. Així, és possible evitar aquest procés si s'enterren els purins en el moment de l'aplicació. Les pèrdues poden ser d'entre un 15 i un 100 % del N amoniacal (Boixadera *et al.* (2000)).

La influència d'aquest factor, s'ha inclòs dins del càlcul del factor de mineralització de la matèria orgànica. Es considera que és un procés que es dona de forma moderada, ja que els caps porcs són els més nombrosos (si no tenim en compte l'aviram, més nombrós, però menor productor de nitrogen per cap)(taula_ població)), i les dejeccions d'aquests tenen un baix contingut en amoni.

6.2.7. El procés de desnitrificació

És un procés en que es redueix el nitrat (NO_3^-) a nitrogen molecular (N_2). És dut a terme per microorganismes, i és la part del cicle del nitrogen que retorna aquest a l'atmosfera. El procés de desnitrificació és:



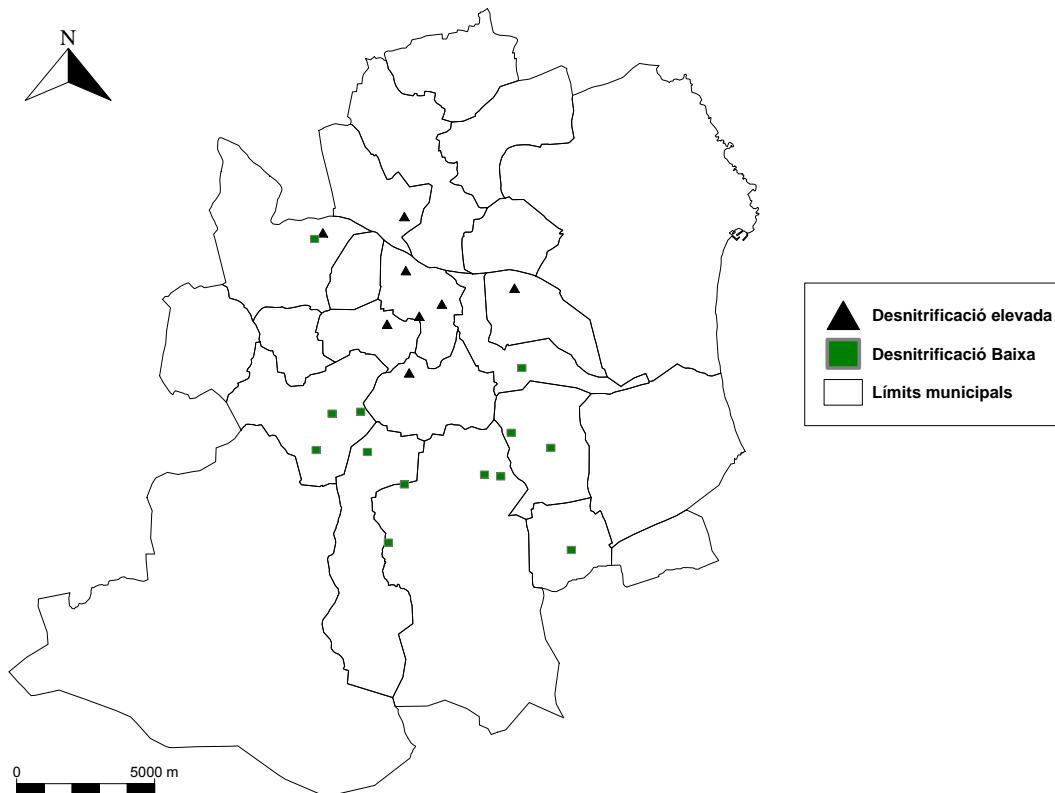
És un procés afavorit per la presència de matèria orgànica, i que es dona principalment a la zona saturada del sòl, ja que és un procés reductor. Així doncs s'ha tingut en compte que aquest factor influeix sobre el nitrogen que s'ha infiltrat al sòl, en forma de nitrat.

Ha sigut impossible avaluar quantitativament aquest procés de forma fiable. La pròpia litologia dels aqüífers i la matèria orgànica present, condicionen aquest fenomen. Tanmateix s'han delimitat les zones on aquest fenomen és més significatiu, gràcies a la col·laboració d'en Roger Puig, del Departament de

Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals de la Universitat de Barcelona (UB). Les dades han estat generades per a unes mostres preses entre el Desembre de l'any 2003 i l'Agost del 2004.

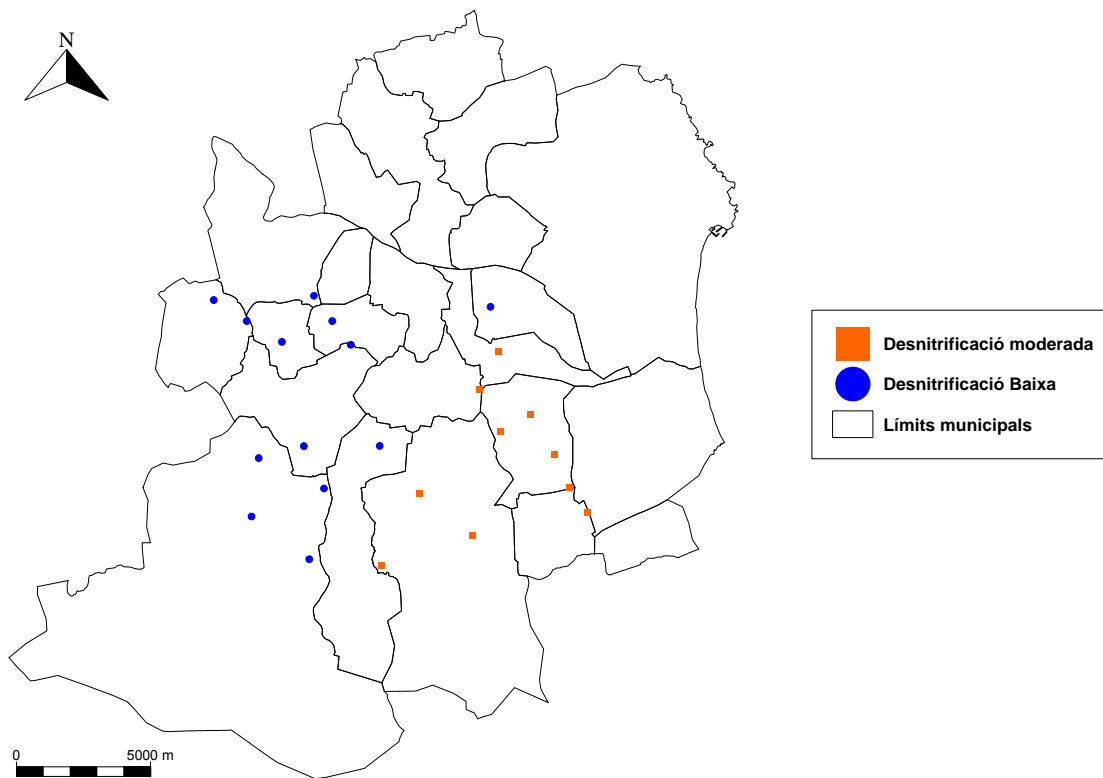
Els punts de mostreig disponibles no estan presents a tota l'àrea d'estudi, només tenim dades del sud del riu Ter, però ens donen una idea d'on es dona el procés de desnitrificació.

En la zona més pròxima al Ter de l'aquífer quaternari, es dona el procés de desnitrificació de forma més elevada. Podem assignar una mitjana del 73% sobre els nitrats presents al subsòl, tot i que hi ha mostres on arriba al 100%.. Els punts de mostreig més allunyats del Ter presenten valors més baixos de desnitrificació, amb un 24% de mitjana. La ubicació d'aquests els podem veure al **mapa 6.3**. Cal recordar que són valors aproximats, i per això no hem avaluat aquest factor quantitativament.



Mapa 6.3. Desnitrificació a l'aquífer quaternari. Font: Puig et al (07). Elaboració pròpia

Per a l'aquífer terciari, les taxes de desnitrificació en general són més baixes que per l'aquífer quaternari. Podem crear dos grups. El primer amb una desnitrificació moderada, presenta uns valors mitjans del 52%. Tot i això hi ha punts que presenten un 100% de desnitrificació. Aquest grup de punts es troba situat a la zona est de l'àrea d'estudi. Els segon grup presenta un procés de desnitrificació baixa, al voltant del 20%. Aquest grup es situa a la zona oest de l'àrea d'estudi, tal com es mostra al **mapa 6.4**.



Mapa 6.4 Desnitrificació a l'aquífer terciari. Font: Puig et al (07). Elaboració pròpia.

Els punts on la desnitrificació és més acusada, coincideixen amb aquells que presenten menys nitrats. La presència de nitrats al subsòl és avaluada al subcapítol 6.3.

6.2.8 Excedents

Els resultats obtinguts als apartats anteriors permeten avaluar els excedents generats per a cada municipi. Aquests són rentats per l'aigua que s'infiltra al subsòl. Cal recordar que no s'ha avaluat la entrada del nitrogen que prové dels fertilitzants inorgànics, provocant una infravaloració dels excedents

Els excedents s'han avaluat amb la fórmula següent:

$$\text{Excedents} = \text{RN} = (\text{DR} \times \text{MMO}) + \text{FBN} + \text{AR} - \text{CP}$$

En quant a les dejeccions ramaderes s'han tingut en compte els dos escenaris creats. Els excedents obtinguts per municipi, s'han dividit entre les hectàrees cultivades de cada un d'ells. Els resultats es mostren a la **taula 6.7**. Els valors negatius corresponen a municipis on no hi ha excedent de nitrogen.

Municipis	Excedents en Kg N /Ha	
	Ocupació març 2006	100% ocupació
Albons	34,12	63,41
Bellcaire d'Empordà	4,14	4,25
Bisbal d'Empordà, la	27,63	47,05
Corçà	49,51	82,89
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	107,64	128,19
Foixà	38,19	47,63
Fontanilles	-8,96	-5,99
Forallac	119,87	144,42
Gualta	13,58	23,34
Palau-sator	109,71	136,76
Pals	-9,59	5,04
Parlavà	119,93	142,82
Pera, la	81,79	92,29
Regencós	-27,91	-1,80
Rupià	103,01	139,88
Serra de Daró	-8,40	7,42
Tallada d'Empordà, la	66,84	83,90
Torrent	83,95	131,88
Torroella de Montgrí	35,35	53,70
Ullastret	-9,00	10,24
Ullà	45,44	37,64
Ultramort	112,09	137,24
Verges	33,26	55,94

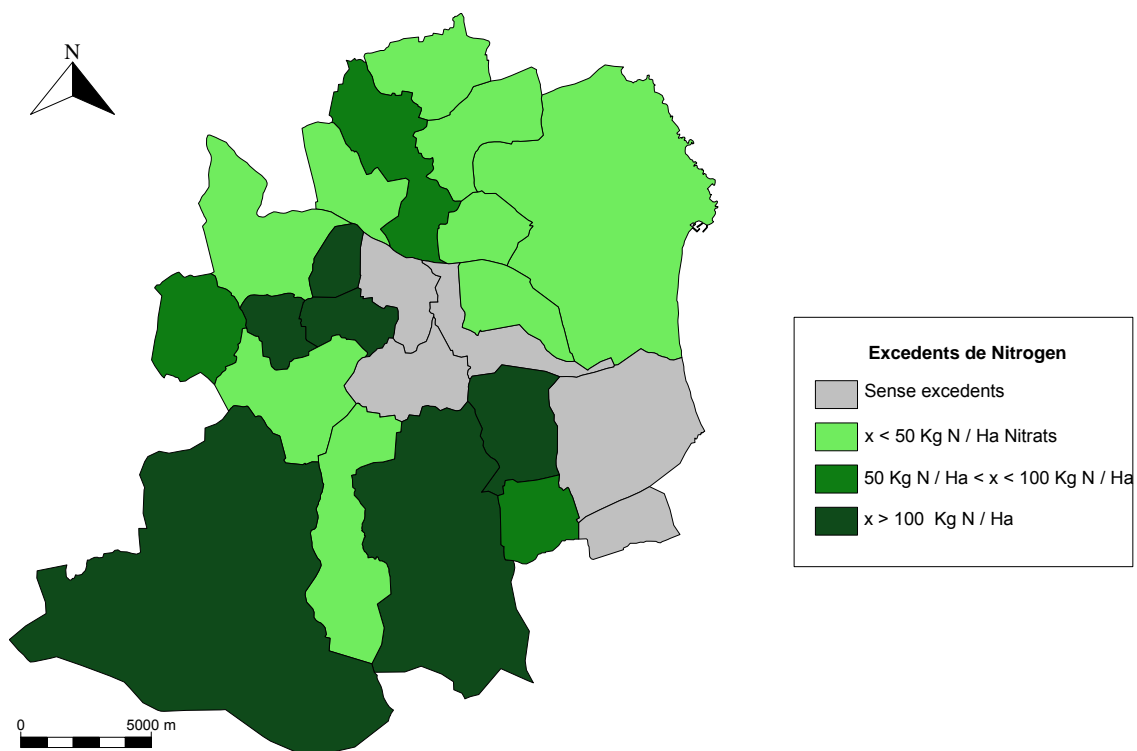
Taula 6.7. Excedents de nitrogen a l'àrea d'estudi, per als dos escenaris creats. Any 2006.
Elaboració pròpia.

La gran majoria de municipis generen excedents de nitrogen, degut a la incapacitat d'assumir els residus produïts per les explotacions ramaderes intensives. Els municipis que generen un excedent major són Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura, Forallac, Palau-sator, Parlavà, Rupia, Torrent i Ultramort. Cal destacar els municipis on la ocupació puntual del març de 2006 no genera un excedent, però la ocupació total de els places disponibles per la ramaderia si. Aquests són Pals, Serra de Daró i Ullastret.

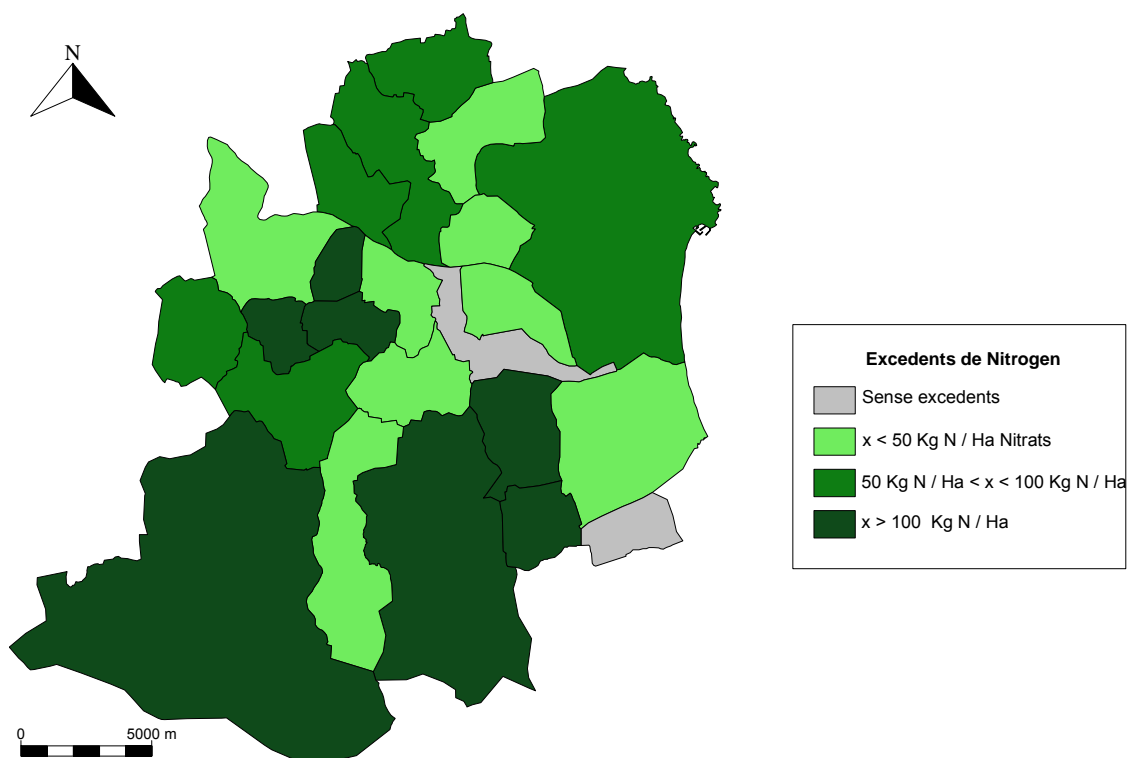
El factor més influent en quant a l'entrada de nitrogen als camps és l'aplicació de dejeccions ramaderes, tot i que en municipis on l'activitat ramadera és molt reduïda, la fixació biològica assoleix molta importància. A Regencós la FBN és el factor més important, però no suficient com per cobrir les necessitats de nitrogen dels conreus.

El balanç realitzat aquí, de caire municipal, mostra una hipotètica aplicació regular dels purins a les zones de conreu. En la realitat les aplicacions es realitzen de forma heterogènia, cada explotació ramadera aplica els seus purins als camps de conreu que té associats. Aquesta pràctica pot ser molt agressiva per al medi quan es localitzen les aplicacions a zones molt reduïdes, o quan s'aboquen els residus ramaders sense aplicar-los als camps de conreu, amb la conseqüent presència de focus de contaminació puntual.

Als mapes 6.5 i 6.6 es mostren els excedents generats per a cada municipi i per als dos escenaris creats.



Mapa 6.5. Excedents de nitrogen per a l'ocupació del març del 2006.
Font: Elaboració pròpia.



Mapa 6.6. Excedents de nitrogen per a la totalitat de l'ocupació. Any 2006. Font: Elaboració pròpia.

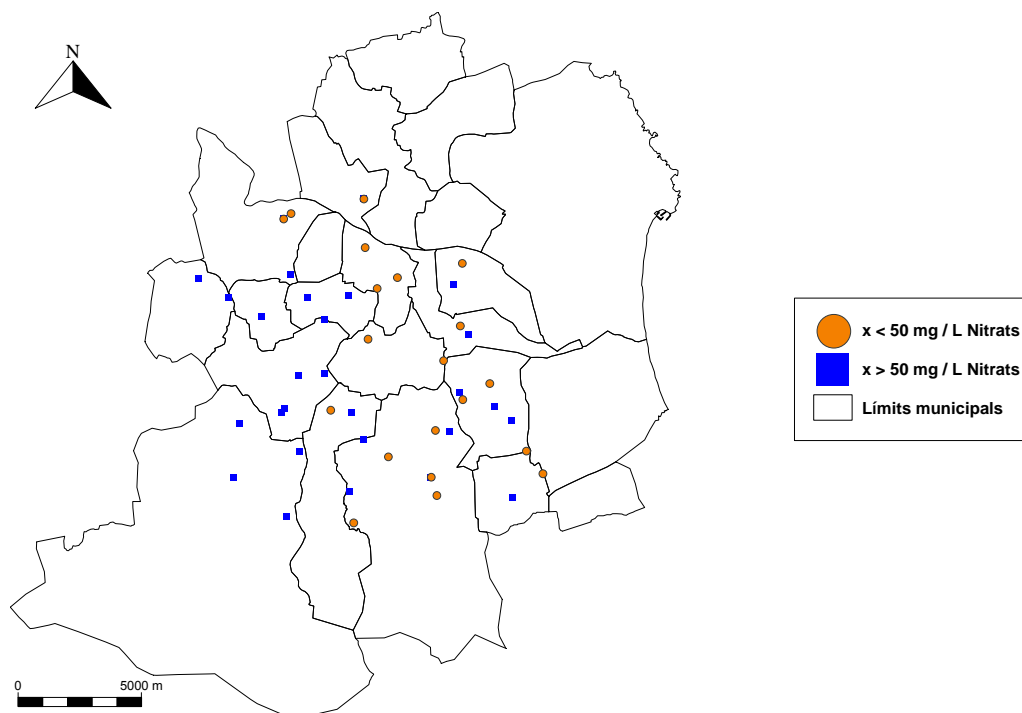
6.3. Nitrogen present a les aigües subterrànies

La zona d'estudi presenta valors alts de nitrats en les aigües subterrànies. El Reial decret 140/2003, de 7 de febrer, pel qual s'estableixen els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà, fixa un límit de concentració en l'aigua de consum de 50 mg/l pels nitrats, de 0,5 mg/l pels nitrits en la xarxa de distribució; i de 0,5 mg/l per l'amoni. Bona part dels punts mostrejats presenten valors més alts de nitrats que els estipulats per la legislació vigent.

Els valors de nitrats i amoni per els punts de mostreig es poden observar a la **Taula 13.20** de l'**annex 2**. Les dades han estat facilitades per en Roger Puig del Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals de la Universitat de Barcelona (UB) per a unes mostres preses entre el Desembre de l'any 2003 i l'Agost del 2004. Són les mateixes mostres per les que s'ha avaluat el procés de desnitrificació anteriorment. Hi ha punts que s'han analitzat dos cops al llarg de la campanya de presa de mostres.

Hi ha una gran amplitud de valors de nitrats. Des de 0 mg/l fins a 480,2 mg/l de NO_3^- . L'amoni no supera en cap cas el límit estipulat per la legislació. Un 61% de les mostres presenta una concentració de nitrats superior al límit marcat per la legislació vigent, i un 40% supera els 100 mg/l de NO_3^- . Cal remarcar que 14 de les mostres superen els 200 mg/l de NO_3^- . No s'han pogut disposar de dades exactes per al nitrits, però els primers resultats dels anàlisis induïen a creure que eren molt baixos.

En el **mapa 6.7** es mostren els punts de mostreig on la concentració de nitrats supera els 50 mg/l.



Mapa 6.7. Nitrats a la zona d'estudi. Font: Puig et al. (07). Elaboració pròpia.

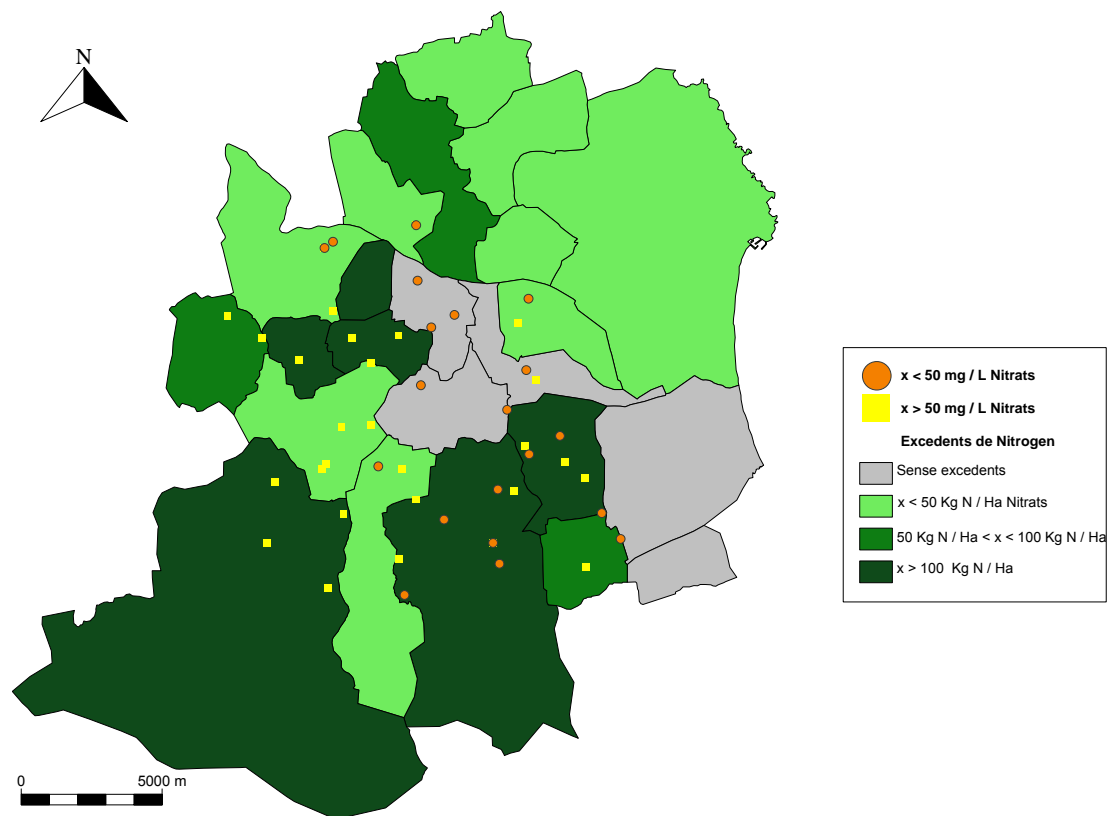
No es pot traçar una relació directe entre els aqüífers presents i la concentració de nitrats al subsòl. Seria d'esperar que l'aqüífer profund del terciari presentés en general valors més baixos de nitrats, degut al moviment vertical d'aquests, des de la superfície del sòl fins a la capes freàtiques. Habitualment l'aigua que s'extreu dels pous profunds, és una barreja de les aigües dels diferents nivells aqüífers que travessa. És degut a la estructura poc estanca dels pous. D'aquesta manera no es pot certificar que l'aigua que s'extreu dels pous provingui del nivell més profund d'aquests, i la barreja que es produeix pot ser la causa dels valors alts de nitrats que s'han trobat en aqüífers profunds.

La diversitat en els valors obtinguts i la seva variabilitat espacial, confirmen el caràcter difús del fenomen d'infiltració de nitrats. La presència de punts altament contaminats és deguda a abocaments d'altres quantitats de nitrogen per un període llarg de temps. Aquestes pràctiques són impossibles de delimitar amb el balanç a nivell de municipi realitzat en aquest treball. Un balanç a nivell de parcel·la seria la solució i permetria elaborar pautes d'aplicació de purins adequades.

En el **mapa 6.8** es comparen la concentració de nitrats dels pous amb els excedents de nitrogen de cada municipi. En els municipis de Serra de Daró, Ullastret i Fontanilles, sense excedents, trobem en general valors molt baixos de nitrats i taxes de desnitrificació molt elevades. Tot i això també es troba un pou amb els valors més alts trobats en la zona d'estudi (480 mg / l de NO_3^-). La proximitat del poble de Fontanilles, fa pensar que la presència d'alguna fossa sèptica, o l'abocament de les aigües residuals del municipi poden ser l'origen d'un abocament constant d'elevades concentracions de nitrogen, que provoqui el valor tan alt de nitrats esmentat.

A l'Oest de la zona d'estudi tots els pous analitzats superen els 50 mg / l de nitrats i presenten valors de desnitrificació baixos. La producció d'excedents constant, any rera any, sembla la causa de la presència de nitrats al subsòl.

Per al sector Est, els municipis de Forallac, Torrent i Palau-Sator, es troben una gran variabilitat de valors en la concentració de nitrats. Aquests són municipis amb excedents molt elevats. És una zona on la desnitrificació juga un paper important, i la seva variabilitat pot ser una de les causes que provoca els valors tan diversos que s'han trobat. A més a més, el propi mètode d'anàlisi és incapaç de delimitar l'origen del nitrogen que es troba en un pou concret.



Mapa 6.8. Excedents per a l'ocupació de març de 2006 i nitrats presents al subsòl. Font: Elaboració pròpia.

7. ANÀLISI DEL CONSUM D'AIGUA

7.1. Estimació del consum d'aigua

La demanda d'aigua s'ha avaluat pels diferents sectors presents a l'àrea d'estudi: el sector agrícola, el ramader, la indústria, i el consum derivat del turisme i la població resident.

7.1.1. Sector agrícola.

La demanda d'aigua derivada de l'activitat agrícola depèn directament de la precipitació (P). Quan la precipitació no satisfà les necessitats dels conreus, es necessari el reg per el correcte desenvolupament d'aquests. Cal avaluar primer la necessitat d'aigua dels conreus (Nac).

L'evapotranspiració es defineix com la suma de la pèrdua de vapor d'aigua, com a conseqüència de l'evaporació sobre el terra i sobre els vegetals, més la transpiració de la cobertura vegetal, que consisteix en l'eliminació per evaporació d'una part de l'aigua absorbida per les plantes.

Així doncs s'ha considerat que la Nac ens ve donada per la evapotranspiració. Ara bé, cada tipus de conreu té unes necessitats hídriques diferents i cal considerar els termes d'evapotranspiració potencial (Eto) i d'evapotranspiració real (Etr).

- Evaporació potencial (ETo): Es tracta de la quantitat d'aigua evaporada per unitat de superfície, en un temps donat, en un conreu cobert de gespa o de raigràs amb una alçada compresa entre 10 i 15 cm i amb les necessitats satisfetes.

- L'evapotranspiració real (Etr). Per aconseguir l'evapotranspiració real de cada cultiu cal multiplicar el valor d'ETo pels coeficients de conreu (Kc), que són propis de cada espècie i varietat, i depenen també de l'estat fenològic de la planta. Les diverses etapes en el cicle de vida de la planta presenten diferents necessitats hídriques. Els hi corresponen diferents valors de Kc (**Annex 3. Taula 13.23.**)

Ara podem definir la Nac com:

$$Nac = Etr \quad ; \quad Nac = (Eto \times Kc)$$

Per a les estacions meteorològiques de La Bisbal, Mas badia i Monells els valors d'ETo han estat proporcionats pel Servei Meteorològic de Catalunya (SMC). Valors calculats a partir de la fórmula de Penman-Monteith publicada per la FAO (Allen *et.al.*, 2006), i té en compte la temperatura de l'aire, humitat atmosfèrica, dades de radiació solar, i velocitat del vent. Per a les estacions de Serra de Daró i Torroella de Montgrí el càlcul de la ETo s'ha realitzat amb el mètode de Thornthwaite (Sánchez, 1992), degut a que el SMC no proporciona dades d'ETo per aquestes estacions. El mètode de Thornthwaite només necessita dades de temperatura de l'aire. Per obtenir el valor mensual s'han de seguir quatre passos, que són els que s'expliquen a continuació.

a) Es calcula l'índex tèrmic mensual (i_n) a partir de les temperatures mensuals mitjanes (t_n). (**Taula 5.1**)

$$i_n = \left(\frac{t_n}{5} \right)^{1,514}$$

b) Es calcula l'índex tèrmic anual (I) a partir dels índexs tèrmics mensuals (i_n).

$$I = \sum i_n$$

c) Es calcula el paràmetre α a partir de l'índex tèrmic anual (I).

$$\alpha = 0,49239 + (1792 \times 10^5) \times I - (771 \times 10^{-7}) \times I^2 + 675 \times 10^{-9} \times I^3$$

d) Es calcula el valor de l'evapotranspiració potencial (ET_o) per a cada un dels mesos, ajustada a una radiació solar de 12 hores.

$$ET_o = 16 \times \left(10 \frac{t_n}{I} \right)^\alpha$$

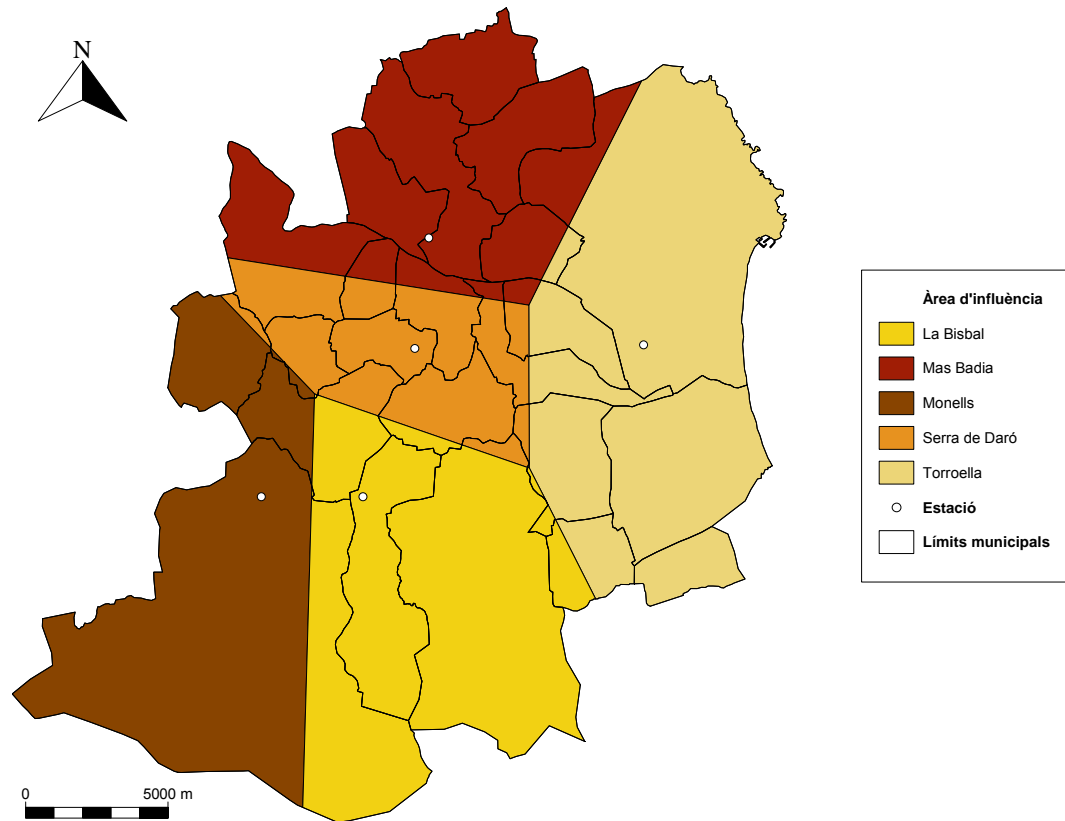
Els valors d' ET_o es mostren a la **taula 7.1**.

Municipis	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Bisbal d'Empordà (1)	18,0	32,9	59,2	86,9	114,2	129,6	139,3	96,6	68,9	52,2	29,7	15,1
Serra de Daró (2)	14,7	16,4	37,1	61,1	90,4	122,7	172,9	135,9	115,3	91,4	45,6	19,1
Mas Badia (1)	19,5	32,0	58,6	90,7	111,1	132,8	152,9	111,8	70,7	47,4	26,7	22,0
Monells (1)	20,0	33,6	59,6	91,3	119,1	142,5	158,7	110,4	71,5	55,1	32,1	23,1
Torroella Montgrí (2)	17,7	17,2	36,7	59,5	87,1	117,3	164,6	133,4	112,2	91,7	49,2	23,3

Taula 7.1. Valors ET_o per a les estacions de la zona d'estudi, en mm. Any 2006. Font: (1) SMC, (2) Elaboració pròpia

El mode més exacte seria realitzar el càlcul de forma diària, però en el present estudi s'ha realitzat de forma mensual, degut a les dades disponibles.

Ara cal avaluar la influència que tenen les estacions sobre cada municipi. Aquesta s'ha avaluat a partir dels polígons de Thiessen, sistema que crea uns polígons amb perímetre equidistant als punts veïns. La situació de les estacions meteorològiques, i els polígons de Thiessen creats es poden veure al **mapa 7.1**.



Mapa 7.1. Àrea d'influència i ubicació de les diferents estacions de la zona d'estudi. Font: Elaboració pròpia.

Les dades en cartografia digital disponibles són el mapa d'usos del sol del 2002, publicat per el DMAH, i aquestes no concorden amb el número d'hectàrees cultivades l'any 2006. S'ha de tenir en compte que el mapa d'usos ha estat generat per satèl·lit i no té la mateixa precisió que els informes generats "in situ" per el DARP. En general, subestima els valors de conreus llenyosos, i sobrevalora els de conreus herbacis.

Per tal de solucionar aquest problema, s'han combinat el mapa d'usos del sol del 2002 i els polígons de Thiessen creats. Així s'han generat per a cada municipi, el número d'hectàrees de cultius de regadiu (herbacis i llenyosos) influenciats per cada estació l'any 2002 (**Annex 3. Taula 13.22**).

Amb aquestes dades s'han creat unes proporcions d'influència de les estacions sobre els cultius llenyosos i herbacis vàlida per l'any 2002 (**Annex 3. Taula 13.22**), i que s'han aplicat a les hectàrees cultivades l'any 2006. S'ha considerat que era la manera més exacte d'avaluar l'ET, al no tenir dades de la ubicació dels conreus del 2006.

A mode d'exemple, en el cas de Corçà, un 69,94% dels conreus herbacis de regadiu es veuen influenciats per l'estació de La Bisbal, un 6,39 % per l'estació de Monells, i un 23,98% per l'estació de Serra de Daró.

Per a realitzar el càlcul final, s'han avaluat els valors mensuals d'ET per als municipis de la següent manera:

- Primer, s'han calculat els valors d'ET mensuals per als municipis suposant que es veuen afectats completament per cada una de les estacions que les influeix.
- En segon lloc s'han multiplicat aquests resultats per les proporcions de influència corresponents.
- A continuació s'avalua la precipitació usant novament les proporcions d'influència. Es calculen el número d'hectàrees de conreu influenciades per cada estació, i s'extrapolen les dades de precipitació mensuals

Realitzant aquests passos s'han aconseguit uns valors ET i P per a cada municipi, més acurat que si s'hagués realitzat la mitjana aritmètica o una proporció basada amb la superfície total del municipi influenciada per cada estació. (**Annex 3. Taules 13.24 i 13.25**).

Ara ja es pot calcular la demanda d'aigua mensual (**Annex 3. Taula 13.26**). Per a obtenir la demanda anual es tenen en compte només els mesos en que la Nac sigui menor a la Precipitació.

$$\text{Demanda d'aigua} = \text{Nac} - P$$

Es pot observar clarament la major demanda d'aigua. deguda a la sequera estival. els mesos d'abril, maig, juny, juliol i agost. Per l'any 2006, els mesos de febrer i novembre tampoc han sigut suficientment plujosos per bona part de la zona d'estudi.

Els valors anuals de la demanda d'aigua, la Nac, el percentatge de Nac coberta per la precipitació i la demanda d'aigua per a totalitat dels conreus, en litres/m², es poden veure a la **taula 7.2**.

Municipis	Demanda total anual aigua (Hm ³)	Nac (Hm ³)	% Nac aigua pluja	Demanda aigua/ ha totals de conreu (L/m ²)
Albons	1,87	2,92	36,0	226,7
Bellcaire d'Empordà	3,26	5,46	40,3	306,1
Bisbal d'Empordà, la	0,44	0,69	36,0	59,1
Corçà	0,52	0,85	39,4	59,4
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	0,31	0,48	36,1	21,7
Foixà	0,99	1,52	34,9	105,0
Fontanilles	2,24	3,39	33,8	305,5
Forallac	0,30	0,47	36,0	24,6
Gualta	1,90	3,00	36,9	307,3
Palau-sator	0,85	1,29	34,2	99,1
Pals	2,29	3,22	28,9	215,9
Parlavà	0,92	1,47	37,3	190,1
Pera, la	0,06	0,09	39,3	9,0
Regencós	0,05	0,08	37,8	26,5
Rupià	0,03	0,06	38,1	10,7
Serra de Daró	1,38	2,17	36,2	241,6
Tallada d'Empordà, la	2,50	3,80	34,1	213,0
Torrent	0,07	0,11	38,0	22,7
Torroella de Montgrí	4,68	7,27	35,7	288,7
Ullastret	1,10	1,80	39,1	134,6
Ullà	1,05	1,62	35,4	248,4
Ultramort	0,79	1,24	36,2	206,2
Verges	0,79	1,77	55,5	130,5

Taula 7.2. Demanda d'aigua, la Nac, el percentatge de Nac coberta per la precipitació i la demanda d'aigua per a totalitat dels conreus. Any 2006. Font: Elaboració pròpia

S'observa com els municipis de Torroella de Montgrí, Bellcaire d'Empordà, la Tallada d'Empordà, Pals, Fontanilles generen una demanda total més elevada d'aigua.

La precipitació cobreix les necessitats d'aigua dels cultius (Nac), entre un 28,9% a Pals, i un 55,5% a Verges.

Els municipis amb una proporció més alta de conreus de regadiu, i amb uns cultius amb unes necessitats hídriques més altes, generen una demanda d'aigua més elevada per m². Els casos més destacats són els municipis de Bellcaire d'Empordà, Gualta i Fontanilles.

Tot i la presència de canals de reg, l'ús de pous per al reg és habitual. Tanmateix quantitativament no és molt important. Es considera que l'origen de l'aigua per a ús agrícola prové només dels canals de reg, igual que s'ha fet a l'apartat 6.2.4.

7.1.2. Sector ramader

Les necessitats hídriques des caps de bestiar s'han calculat a partir del recompte generat a partir de les dades facilitades pel DAR (**Annex 2. Taules 13.4 a 13.17**), i de les necessitats hídriques per als diversos tipus de bestiar (**Annex 3. Taula 13.29**). S'ha utilitzat la ocupació puntual del març del 2006, i s'ha considerat que era constant al llarg de l'any. Els resultats es presenten a la **taula 7.3**.

Municipi	Consum (m ³)
Albons	33354,1
Bellcaire d'Empordà	14160,2
Bisbal d'Empordà, la	18734,0
Corçà	55123,8
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	92404,4
Foixà	74970,9
Fontanilles	10598,4
Forallac	94251,0
Gualta	25483,7
Palau-sator	42344,7
Pals	2339,1
Parlavà	71917,2
Pera, la	33546,5
Regencós	5,6
Rupià	21659,4
Serra de Daró	26894,1
Tallada d'Empordà, la	107405,3
Torrent	12489,9
Torroella de Montgrí	34377,6
Ullastret	7647,0
Ullà	16179,9
Ultramort	58465,3
Verges	31091,9
Àrea d'estudi	885444,0

Taula 7.3. Consum d'aigua del sector ramader. Any 2006. Font: Elaboració pròpia.

Es pot observar que els municipis de Cruïlles i Monells, Forallac i la Tallada d'Empordà són els que generen una demanda major. El màxim són 0,1 m³/any per el municipi de la Tallada d'Empordà. Regencós, amb un cens ramader molt reduït, genera una demanda anormalment baixa.

Aquesta demanda està coberta a partir de pous privats i de l'aigua de xarxa. Degut a l'origen subterrani de l'abastament d'aigua de tota la zona d'estudi, el sector ramader extreu dels aquífers un total de 0,88 hm³/ any a tota la zona d'estudi.

7.1.3. Població

Per a avaluar la demanda d'aigua destinada al consum humà, s'ha tingut en compte la població estable, i una avaluació del moviment turístic a la zona. A cada un d'aquests sectors s'aplicarà la taxa pel consum domèstic de 236,4 litres/hab·dia, definida per a la zona del Baix Ter, publicada per l'ACA (ACA, 2000).

Per a la població estable, s'ha utilitzat el cens de població per al 2006 (**Annex 1. Taula 13.1**), publicat per l'Idescat. Per a avaluar el moviment turístic, s'han utilitzat el numero de places turístiques per al sector hotel·ler, turisme rural, i càmpings per a l'any 2005 publicades a l'Idescat. (**Annex 3. Taula 13.26**). Aplicant els valors d'ocupació mensual de l'any 2005 publicats per l'INE (**Annex 3. Taula 13.27**), obtenim el numero de turistes que han pernoctat a la zona d'estudi, de manera mensual. Gràcies altre cop a la taxa de consum d'aigua en el sector domèstic publicada per l'ACA, s'aconsegueix el consum mensual derivat del turisme. (**Annex 3. Taula 13.28**). Considerarem vàlids els valors calculats per a avaluar el consum d'aigua l'any 2006, tot i que en la realitat no hi hagut la mateixa afluència turística.

Els mesos on es genera un consum major són els mesos d'estiu, quant la afluència turística és major. Els valors anuals es poden veure a la **taula 7.4**.

Municipis	Població	Sector hotel·ler	Càmpings	Cases rurals	Total
Albons	53497,3	2706,3		2706,3	58909,9
Bellcaire d'Empordà	57984,2				57984,2
Bisbal d'Empordà, la	799094,6	4609,2		304,0	804007,8
Corçà	108806,6			101,3	108907,9
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	109669,5	2368,0		466,1	112503,6
Foixà	28043,0				28043,0
Fontanilles	15100,1			1155,0	16255,1
Forallac	150655,4	3425,2		1276,6	155357,2
Gualta	30890,4				30890,4
Palau-sator	24160,1	465,1		1195,6	25820,8
Pals	207086,4	23849,4	154441,0	648,4	386025,2
Parlavà	30372,7	761,2		506,6	31640,5
Pera, la	37620,7			567,4	38188,1
Regencós	26230,9	592,0			26822,9
Rupià	18378,9				18378,9
Serra de Daró	15876,6			405,3	16281,9
Tallada d'Empordà, la	31667,0				31667,0
Torrent	16394,3	2537,2			18931,5
Torroella de Montgrí	913596,2	83895,8	277454,0		1274946,0
Ullastret	20104,6			81,1	20185,7
Ullà	89651,2			385,0	90036,2
Ultramort	17257,2			162,1	17419,3
Verges	101731,2	1649,2			103380,4

Taula 7.4. Consum anual d'aigua derivat del sector turístic per l'any 2005. En m³. Font: Elaboració pròpia.

El dos municipis costaners, Torroella de Montgrí , i Pals, generen una demanda d'aigua derivada del turisme molt més elevada que els altre municipis. Presenten instal·lacions de càmping, i gran nombre de places hoteleres.

En quant al consum generat pels propis habitants de la zona , els municipis de la Bisbal de l'Empordà, i Torroella de Montgrí són els que presenten uns valors més alts.

7.1.4. Sector industrial

Per a avaluar la demanda d'aigua derivada de l'activitat industrial s'ha aplicat la taxa publicada per l'ACA (ACA, 2000), de 135,1 litres/ hab·dia. És una taxa específica per al Baix Ter. Aplicant aquesta taxa es realitza una sobrevaloració de la demanda, degut a que la zona d'estudi és el sector menys industrialitzat del Baix Ter.

Degut a que no existeix una relació directe entre el numero d'habitants i les indústries instal·lades en els municipis, quantificar la demanda d'aigua municipal per ús industrial, mitjançant el numero d'habitants, no és recomanable. S'ha considerat més adequat realitzar una avaluació de la demanda al nivell de la zona d'estudi (**taula 7.5.**).

	Habitants	Demanda indústria (hm ³)
Zona d'estudi	33654	1,66

Taula 7.5. Numero d'habitants i demanda de la indústria en hm³, a la zona d'estudi per l'any 2006.
Font: Idescat. Elaboració pròpia

L'origen de l'aigua destinada a usos industrials prové de pous privats i de la xarxa de consum. En conseqüència tota l'aigua prové del subsòl.

7.1.5. Consum total estimat

L'agricultura és el sector que té un consum més elevat en la zona d'estudi, amb 28,4 hm³ anuals, que suposen un 82,5% del total. El segon sector que genera un consum major és el del consum humà. Aquest és de 2,9 hm³ anuals, un 8,4% del total (**Taula 7.6 i figura 7.1**)

	Agricultura (hm ³)	Ramaderia (hm ³)	Població (hm ³)	Turisme (hm ³)	Indústria (hm ³)	total
Zona d'estudi	28,4	0,9	2,9	0,6	1,7	34,4
% usos	82,5	2,6	8,4	1,7	4,8	100

Taula 7.6. Consum anual dels diferents sectors, a la zona d'estudi per l'any 2006. En hm³. Font: Elaboració pròpia

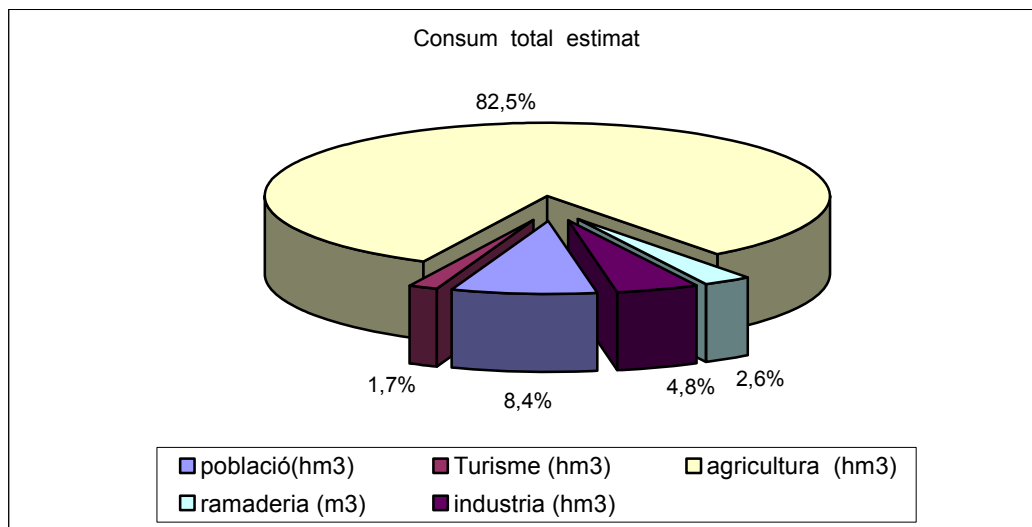


Figura 7.1. Percentatge del consum per sectors, a la zona d'estudi. Any 2006. Font: Elaboració pròpia.

Aquests resultats remarquen el caràcter agrícola de la zona d'estudi. Cal recordar que s'ha produït una sobrevaloració del consum del sector industrial, degut al mètode de càlcul.

A nivell municipal, els municipis amb conreus de regadiu generen un consum més elevat. Torroella de Montgrí amb la presència d'un nucli turístic molt important, i el gran numero d'hectàrees amb conreus de regadiu genera un consum de 6 hm³, molt més gran que els demés municipis (**figura 7.2**). No s'ha tingut en compte la demanda d'aigua industrial, a causa de no poder avaluar-la a nivell municipal.

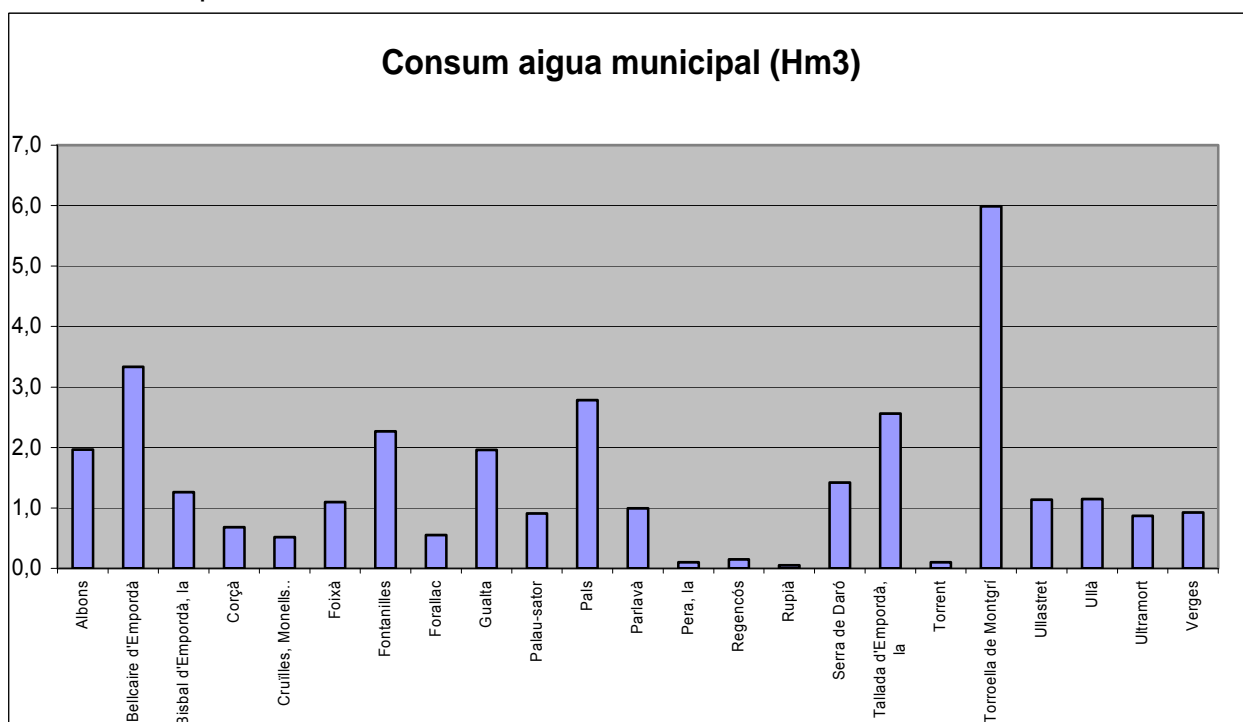


Figura 7.2. Consum d'aigua per municipi l'any 2006. Elaboració pròpia.

7.1.6. Origen de l'abastament d'aigua

En el cas de l'agricultura, si bé es cert que part de la demanda està coberta per extraccions d'aigua subterrània a nivell particular, aquesta representa només una petita part del total. Demanda que està coberta per els canals de reg, alimentats per el Ter i el Daró, i gestionats per les diverses comunitats de regants de la zona.

L'aigua consumida per el sector ramader, prové de pous privats i de la xarxa de consum. Així, tota la demanda que genera aquest sector afecta a les aigües subterrànies.

En quant el consum domèstic, les captacions són totes de caràcter subterrani, però es presenten dos sistemes de distribució.

El primer, municipis que tenen els seus propis pous, i extreuen aigua per al seu propi ús. És el cas de Albons, Belcaire d' Empordà, Fontanilles, Gualta, La Tallada d'Empordà, Palau-Sator, Serra de Daró, Torroella de Montgrí, Ullà, Ullastret i Verges.

El segon, camps de bombeig més o menys concentrats i intensius a partir dels quals se subministra a diversos municipis, com el cas de Torroella de Montgrí i la captació de la Mancomunitat de Palafrugell, Begur, Pals, Regencós i Torrent; a Gualta, les captacions de la Mancomunitat de Corçà-Cruïlles-Monells-Sant Sadurní de l'Heura i Madremanya en el sector del Rissec-Daró, la captació de Foixà-Ultramort-Parlavà en el sector Foixà, i les captacions de la Bisbal d'Empordà i Forallac en la zona de Castell d'Empordà. Aquests dos últims municipis considerarem que extreuen l'aigua fora de la zona d'estudi.

En el cas de l'aigua destinada als processos industrials, aquesta prové, o bé de pous privats, o de la xarxa de consum. Degut a això tota l'aigua destinada a aquests sector és extreta dels aqüífers.

En general per a la zona d'estudi tots els sectors socials i econòmics presents pressionen el sistema d'aigües subterrànies, excepte el sector agrícola que majoritàriament extreu l'aigua dels cursos fluvials.

7.2. Pressió quantitativa sobre els aqüífers.

Com s'ha explicat a l'apartat anterior, el sector ramader, l'industrial i el sector domèstic satisfan tota la demanda amb aigua captada dels aqüífers. L'extracció destinada a l'agricultura ha sigut impossible d'avaluar.

Els municipis de la Bisbal de l'Empordà i de Forallac capten l'aigua de uns pous situats fora de la zona d'estudi. El seu consum domèstic i turístic no es tindrà en compte per a aquesta avaluació. El consum ramader i industrial es considera d'origen majoritàriament de pous privats.

Els resultats es presenten a la **taula 7.7**. Els valors considerats per a la indústria són la mitjana dels 1,66 hm³ calculats per tota la zona d'estudi en l'apartat 7.1.4.

Municipis	Consum domèstic (m ³)	Turisme (m ³)	Ramaderia (m ³)	Indústria (m ³)	Total (hm ³)
Albons	53497,3	5412,6	33354,1	72153,4	0,16
Bellcaire d'Empordà	57984,2	0,0	14160,2	72153,4	0,14
Bisbal d'Empordà, la			18734,0	72153,4	0,09
Corçà	108806,6	101,3	55123,8	72153,4	0,24
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	109669,5	2834,1	92404,4	72153,4	0,28
Foixà	28043,0	0,0	74970,9	72153,4	0,18
Fontanilles	15100,1	1155,0	10598,4	72153,4	0,10
Forallac			94251,0	72153,4	0,17
Gualta	30890,4	0,0	25483,7	72153,4	0,13
Palau-sator	24160,1	1660,7	42344,7	72153,4	0,14
Pals	207086,4	178938,8	2339,1	72153,4	0,46
Parlavà	30372,7	1267,8	71917,2	72153,4	0,18
Pera, la	37620,7	567,4	33546,5	72153,4	0,14
Regencós	26230,9	592,0	5,6	72153,4	0,10
Rupià	18378,9	0,0	21659,4	72153,4	0,11
Serra de Daró	15876,6	405,3	26894,1	72153,4	0,12
Tallada d'Empordà, la	31667,0	0,0	107405,3	72153,4	0,21
Torrent	16394,3	2537,2	12489,9	72153,4	0,10
Torroella de Montgrí	913596,2	361349,8	34377,6	72153,4	1,38
Ullastret	20104,6	81,1	7647,0	72153,4	0,10
Ullà	89651,2	385,0	16179,9	72153,4	0,18
Ultramort	17257,2	162,1	58465,3	72153,4	0,15
Verges	101731,2	1649,2	31091,9	72153,4	0,21
Àrea d'estudi (Hm³)	1,95	0,56	0,89	1,66	5,06

Taula 7.7. Extraccions per sectors. Any 2006. Font: Elaboració pròpia.

S'observa com el consum domèstic és el sector que genera una pressió major sobre les aigües subterrànies, captant 1,95 hm³. La indústria també genera un consum important (1,66 hm³), però cal recordar que el seu valor està sobreestimat.

El turisme, degut a la seva condició temporal, representa només un 11,1% de les extraccions (**figura 7.3**).

El municipi de Torroella de Montgrí, degut al gran numero d'habitants i a la gran afluència turística, genera unes extraccions molt més elevades que els altres municipis(1,38 hm³), tot i que cal destacar també el municipi de Pals amb 0,46 hm³. Entre els dos municipis generen un 36% de les extraccions de l'àrea d'estudi.

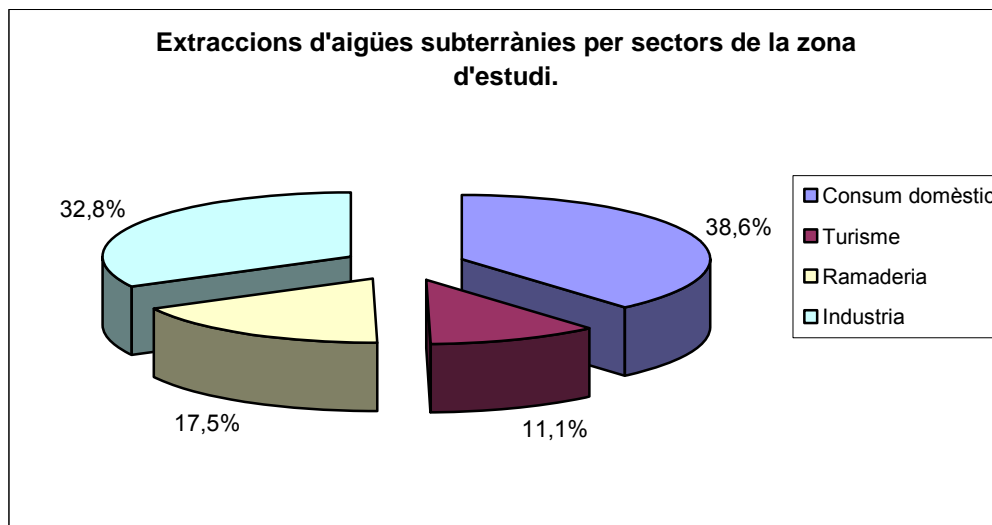


Figura 7.3. Percentatge de les extraccions d'aigües subterrànies per sectors de la zona d'estudi. Any 2006. Font: Elaboració pròpia.

Les extraccions d'aigües subterrànies no es donen de forma homogènia, tal com s'explica a l'apartat 4.1.6. El municipi de Gualta suporta part de les extraccions del municipi de Torroella de Montgrí, i les de la Mancomunitat de Palafrugell, Begur, Pals, Regencós i Torrent. Suposant que Torroella de Montgrí obté la meitat de la seva demanda dels pous de Gualta (ja que també disposa de pous propis), aquest municipi suporta unes extraccions de $1,65 \text{ hm}^3$ (un 33% del total). En aquest treball no s'ha avaluat la demanda generada per Palafrugell ni Begur, però al ésser municipis de marcat caràcter turístic podem suposar que seran importants. D'aquesta manera Gualta suporta unes extraccions encara majors, que provoquen un marcat con de depressió del nivell hidràulic, sobretot en el l'aquífer profund (Vilanova, 2004)

Al municipi de Foixà es localitza la captació de Parlavà, Ultramort, i Foixà, generant una extracció total de $0,47 \text{ hm}^3$.

Al sector del Rissac-Daró, els municipis de Corçà, Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura, capten $0,51 \text{ hm}^3$, però falta avaluar la demanda generada pel municipi de Madremanya.

Els demés municipis disposen de pous municipals per a subministrar aigua a la població. El baix volum d'extracció d'aquests, genera una pressió baixa sobre els aquífers.

8. CONCLUSIONS

A continuació s'exposen les conclusions a les que s'ha arribat després de la realització d'aquest treball:

- El balanç de nitrogen realitzat mostra que 18 dels 23 municipis estudiats van generar excedents de nitrogen l'any 2006 a conseqüència de les activitats agràries que s'hi desenvolupen. Els municipis de Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura, Forallac, Palau-sator, Parlavà, Rupià, i Ultramort van generar l'any 2006 excedents superiors als 100 Kg N / Ha, tot i que no s'ha tingut en compte l'aplicació d'adobs inorgànics.
- Els excedents de nitrogen trobats, considerant solament l'aplicació de dejeccions ramaderes, posa de manifest que representen una de les fonts principals de nitrogen, i en conseqüència, una de les causes de la contaminació de les aigües subterrànies.
- La ocupació total de les places ramaderes per a la zona d'estudi provoca un increment de 385,9 Tones (un 22%) en la producció de nitrogen respecte la ocupació del març de 2006 (2141,4 Tones de nitrogen). D'aquesta manera la capacitat potencial de generar excedents en la zona d'estudi es podria veure incrementada notablement.
- Els municipis amb més proporció de conreus de regadiu, són capaços d'assimilar taxes entre 150 i 180 Kg N / Ha, en contraposició amb els municipis en que predominen els conreus de secà (entre 80 i 90 Kg N / Ha). El nitrogen incorporat per l'aigua de reg és menor a l'augment en la taxa d'assimilació de nitrogen dels conreus de regadiu. Així, tot i que es segueixen produint excedents, la presència de conreus de regadiu pot contribuir a que aquests siguin més baixos.
- Un 61% de les mostres presenta una concentració de nitrats superior al límit marcat per la legislació vigent, i un 40% supera els 100 mg/l de NO_3^- . Els alts valors de nitrats que presenta la zona d'estudi corroboren els excedents calculats. Tot i això, el caràcter difús de la contaminació i la gran variabilitat de la desnitrificació, no ha permès establir una relació clara entre la magnitud dels excedents de nitrogen i la presència de nitrats al subsòl.
- En el **mapa 6.8** es comparen la concentració de nitrats dels pous amb els excedents de nitrogen de cada municipi. En els municipis sense excedents, trobem en general valors molt baixos de nitrats i taxes de desnitrificació molt elevades. A l'Oest de la zona d'estudi tots els pous analitzats superen els 50 mg / l de nitrats i presenten valors de desnitrificació baixos. Per al sector Est, municipis amb excedents molt elevats, es troben una gran variabilitat de valors en la concentració de nitrats; és una zona on la desnitrificació juga un paper important, i la seva variabilitat pot ser una de les causes que provoca els valors tan diversos que s'han trobat.
- La infiltració de nitrats als aquífers segueix una dinàmica complexa. Està afavorida per fenòmens puntuals de precipitació que els recarreguen. En aquest treball s'han avaluat els excedents de nitrogen per a un any concret, però els processos de moviment de soluts són lents i una molècula de

nitrogen pot passar molt anys a les aigües subterrànies abans de ésser assolida per la biosfera o l'atmosfera. La presència actual de nitrats als subsòl és el reflex de la suma d'activitats produïdes en una sèrie d'anys, i en aquest treball només s'ha realitzat una fotografia, d'un procés que té una escala temporal molt gran.

- Un balanç a nivell de parcel·la és la millor opció per a valorar els possibles impactes de les activitats agràries sobre la qualitat de les aigües, i poder realitzar les correccions adequades als mètodes de conreu i d'aplicació de fertilitzants nitrogenats utilitzats actualment. D'aquesta manera també es podrien localitzar els focus de contaminació puntual derivats d'aquestes.
- Tal com s'observa a la **figura 7.1**, s'ha estimat que un 82,4% del consum total d'aigua prové del sector de l'agricultura, fet que remarca el caràcter agrícola de la zona d'estudi. La presència de conreus de regadiu accentua aquest consum.
- L'estimació feta de les necessitat d'aigua dels conreus, mostra que la precipitació només cobreix entre un 29 i un 55% d'aquestes. Per tant la resta cal subministrar-la dels canals de reg d'aigües superficials i dels pous d'aigües subterrànies.
- En la zona d'estudi tota l'aigua destinada al consum humà prové del subsòl, provocant que el sector domèstic i el turístic generin un 38,6% i un 11,1% de les extraccions d'aigua subterrània respectivament.
- Els municipis de Torroella de Montgrí i de Pals són els que generen una demanda d'aigua major, 1,38 Hm³ i 0,46 Hm³ respectivament, un 36% de total.
- La presència de pous de captació comuns per a diverses poblacions provoca quantitativament una pressió intensa sobre els aqüífers. El cas més destacat és el municipi de Gualta que suporta un 33% de les extraccions de l'àrea d'estudi. Els municipis que presenten pous de captació municipals, amb una demanda d'aigua subterrània reduïda, generen una pressió baixa sobre els aqüífers.

9. PROPOSTES DE MILLORA

- És necessari saber els cultius relacionats a les activitats ramaderes, per tal de realitzar el balanç de nitrogen a nivell de parcel·la. L'anàlisi a nivell municipal homogeneïtza tant les aportacions com les sortides de nitrogen, fent impossible la localització de les explotacions que generen excedents majors, principals causants de la problemàtica d'infiltració de nitrats. L'anàlisi a nivell de parcel·la permet valorar si la zona de conreu associada a l'explotació ramadera és capaç d'assumir el nitrogen generat pels caps de bestiar, i aplicar una gestió adequada en cas negatiu.
- Un seguiment continuat de la presència de nitrats als aqüífers i de les activitats agràries, realitzant preses de mostres periòdiques i actualitzant el cens ramader de manera mensual, permetria que si es establís una relació temporal. Això ajudaria a entendre millor la dinàmica dels soluts al subsòl.
- La fixació biològica de nitrogen és un procés ben documentat, però poc estudiat quantitativament. Farien falta estudis de recerca en aquest camp que permetessin calcular millor les aportacions de nitrogen dels microorganismes simbiòtics per als cultius presents a Catalunya i en les condicions ambientals a que estan sotmesos.
- Actualment és molt difícil valorar quantitativament el procés de desnitrificació. S'hauria de fer recerca en aquest camp per tal de poder-ho fer, i poder incloure aquest factor al balanç de nitrogen. És un procés que pot ser molt acusat i de gran rellevància en la presència de nitrats al subsòl.
- Seria necessari incorporar les entrades de nitrogen derivat de l'aplicació de fertilitzants inorgànics, per tal de afinar millor el resultat del balanç realitzat aquí. Aquest factor pot ser molt important al ésser un mètode utilitzat àmpliament en les activitats agrícoles.
- Per al càlcul de la demanda d'aigua i la pressió que genera sobre els aqüífers, és necessari disposar de les dades de subministrament municipal i de les necessitats dels processos industrials. El càlcul realitzat en aquest treball és susceptible d'un error gran al extrapolar la demanda partir de taxes de consum per habitant.
- La sensibilització dels actors implicats en l'aplicació de fertilitzants orgànics i inorgànics sobre la problemàtica dels nitrats, és fonamental per a la correcta gestió dels residus ramaders i per a intentar disminuir els excedents de nitrogen produïts per les activitats agràries.

10. BIBLIOGRAFIA

- AGENCIA CATALANA DE L'AIGUA. ACA. (2000). *Estudi de caracterització i prospectiva de els demandes d'aigua a les Conques Internes de Catalunya i a les conques catalanes de l'Ebre*. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya.
- AGENCIA CATALANA DE L'AIGUA. ACA. (2005). *Caracterització de masses d'aigua i anàlisi del risc d'incompliment dels objectius de la directiva marc de l'aigua (2000/60/CE) a Catalunya*. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya.
- ALLEN, R., PEREIRA, L., RAES, D., SMITH, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO riego y drenaje 56*. Roma. FAO.
- ATLAS, R. M., BARTHA, R. (2002) *Ecología microbiana y Microbiología ambiental*. Pearson educacion S.A. Madrid.
- BARADAD, O. (2004). *Els recursos hídrics en una zona litoral: el cas de la plana de l'Alt Empordà*. Treball de recerca de mestratge. Universitat Autònoma de Barcelona.
- BOIXADERA J., SIÓ J., ÀLAMOS M., TORRES E. (2000). *Manual del Codi de Bones Pràctiques Agràries: Nitrogen*. Lleida-Barcelona. Generalitat de Catalunya; Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Direcció General de Producció Agrària i Innovació Rural.
- DEPARTAMENT D'AGRICULTURA RAMADERIA I PESCA. DARP (2006). *Dossier tècnic num 12. Nous avenços en el cultiu de l'arròs*. Barcelona. Generalitat de Catalunya.
- FACI, J.M. (1992). *Contribución a la medida y cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_o) en Aragón*. Zaragoza. Institución Fernando el Católico.
- GEOSERVEI PROJECTES I GESTIÓ AMBIENTAL S.L (2006). *Diagnosi municipal de l'Agenda 21 del Baix Ter*.
- MAIER, R. M., PEPPER, I. L., GERBA, C. P.(2000). *Environmental Microbiology*. Elsevier. Academic Press.
- PRATS, I. (coord) (1995). *Manual de gestió dels purins i la seva reutilització agrícola*. Barcelona. Generalitat de Catalunya; Departament de Medi Ambient, Junta de Residus i Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca.
- PUIG, R., SOLER, A. AND MAS-PLA, J. (2007). *Determination of the sources of nitrate pollution and evaluation of natural attenuation processes using multi-isotopic methods in the Baix Empordà basin (NE Spain). WATER POLLution in natural POrous media at different scales. Assessment of fate, impact and indicators. WAPO²*. Candela, L., Vadillo, I., Aagaard, P., Bedbur, E., Trevisan,

M., Vanclooster, M., Viotti, P. & López-Geta, J.A. (Eds.). Instituto Geológico y Minero de España, N° 22, Madrid, pp. 239-245.

- SÀNCHEZ, M. I. (1992). *Métodos para el estudio de la evaporación i la evapotranspiración*. Cuadernos tècnics de la S.E.G. N° 3. Sociedad Española de Geomorfología.

- VEHI M., BACH J., ROQUÉ C.(2003). *Valoració de l'impacte de les activitats ramaderes sobre la qualitat de les aigües subterrànies a la depressió de la Selva (Girona)*. Scientia gerundensis, 26. Universitat de Girona.

- VILANOVA, E (2004). *Anàlisi dels sistemes de flux a l'àrea Gavarres-Selva-Baix Empordà. Proposta de model Hidrodinàmic regional*. Tesi doctoral. Barcelona. Universitat Autònoma de Barcelona.

Pàgines web d'interés

Agència Catalana de l'Aigua:

<http://mediambient.gencat.net/aca/ca/inici.jsp>

Comunitat virtual agroalimentària i del món rural:

<http://www.ruralcat.net>

Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya:

<http://mediambient.gencat.net/cat/inici.jsp>

Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural de la Generalitat de Catalunya:

<http://www.gencat.net/darp>

Geoservei. Projectes i Gestió Ambiental:

<http://www.geoservei.com>

Institut d'Estadística de Catalunya:

<http://www.idescat.net>

Instituto Nacional de Estadística:

<http://www.ine.es>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación:

<http://www.fao.org>

Servei Meteorològic de Catalunya:

<http://www.meteocat.com>

Tesis Doctorals en Xarxa

<http://www.tdcat.cesca.es>

11. PROGRAMACIÓ

Febrer

Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
12	13	14	15 Planificació del projecte	16 Planificació del projecte	17 Planificació del projecte	18
19 Recull de bibliografia	20 Recull de bibliografia	21 Recull de bibliografia	22 Recull de bibliografia	23 Demanda de dades	24 Demanda de dades	25
26 Demanda de dades	27 Demanda de dades	28 Demanda de dades	29 Demanda de dades	30 Demanda de dades	31 Demanda de dades	

Març

Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
						1
2 Demanda de dades	3 Demanda de dades	4 Demanda de dades	5 Demanda de dades	6 Demanda de dades	7 Demanda de dades	8
9 Demanda/tractament de dades	10 Demanda/tractament de dades	11 Demanda/tractament de dades	12 Demanda/tractament de dades	13 Demanda/tractament de dades	14 Demanda/tractament de dades	15
16 Demanda/tractament de dades	17 Demanda/tractament de dades	18 Demanda/tractament de dades	19 Demanda/tractament de dades	20 Demanda/tractament de dades	21 Demanda/tractament de dades	22
23 Demanda/tractament de dades	24 Demanda/tractament de dades	25 Demanda/tractament de dades	26 Demanda/tractament de dades	27 Demanda/tractament de dades	28	29
30						

Abril

Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
	1	2	3	4	5	6
7	8 Demanda/tractament de dades	9 Demanda/tractament de dades	10 Demanda/tractament de dades	11 Visita a la zona d'estudi	12 Visita a la zona d'estudi	13
14 Demanda/tractament de dades	15 Demanda/tractament de dades	16 Demanda/tractament de dades	17 Demanda/tractament de dades	18 Demanda/tractament de dades	19 Demanda/tractament de dades	20
21 Demanda/tractament de dades	22 Demanda/tractament de dades	23 Demanda/tractament de dades	24 Demanda/tractament de dades	25 Demanda/tractament de dades	26 Demanda/tractament de dades	27
28 Demanda/tractament de dades	29 Demanda/tractament de dades	30 Demanda/tractament de dades	31 Demanda/tractament de dades			

Maig

Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
	1 Demanda/tractament de dades	2 Demanda/tractament de dades	3 Demanda/tractament de dades	4 Demanda/tractament de dades	5 Demanda/tractament de dades	6
7 Demanda/tractament de dades	8 Demanda/tractament de dades	9 Demanda/tractament de dades	10 Demanda/tractament de dades	11 Demanda/tractament de dades	12 Demanda/tractament de dades	13
14 Demanda/tractament de dades	15 Demanda/tractament de dades	16 Tractament de dades	17 Tractament de dades	18 Tractament de dades	19 Tractament de dades	20
21 Tractament de dades	22 Tractament de dades	23 Tractament de dades	24 Tractament de dades	25 Tractament de dades	26 Tractament de dades	27
28 Tractament de dades / redacció del projecte	29 Tractament de dades / redacció del projecte	30 Tractament de dades / redacció del projecte	31 Tractament de dades / redacció del projecte			

Juny

Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
				1 Tractament de dades / redacció del projecte	2 Tractament de dades / redacció del projecte	3 Tractament de dades / redacció del projecte
4 Tractament de dades / redacció del projecte	5 Tractament de dades / redacció del projecte	6 Tractament de dades / redacció del projecte	7 Tractament de dades / redacció del projecte	8 Tractament de dades / redacció del projecte	9 Tractament de dades / redacció del projecte	10 Tractament de dades / redacció del projecte
11 Tractament de dades / redacció del projecte	12 Tractament de dades / redacció del projecte	13 Tractament de dades / redacció del projecte	14 Tractament de dades / redacció del projecte	15 Tractament de dades / redacció del projecte	16 Tractament de dades / redacció del projecte	17 Tractament de dades / redacció del projecte
18 Redacció del projecte	19 Redacció del projecte	20 Redacció del projecte	21 Redacció del projecte	22 Redacció del projecte	23 Redacció del projecte	24 Redacció del projecte
25 Impressió de la memòria	26 Entrega del projecte	27	28	29	30	

12. PRESUPOST

Transport

<u>Desplaçament a la zona d'estudi</u>	<u>35€</u>
<u>Desplaçaments varis</u>	<u>20€</u>

Manutenció

<u>Dietes</u>	<u>30€</u>
---------------	------------

Salari

<u>Per al treball realitzat</u>	<u>3000€</u>
---------------------------------	--------------

<u>SUBTOTAL</u>	<u>3085€</u>
------------------------	---------------------

<u>TOTAL (+16% I.V.A.)</u>	<u>3579€</u>
-----------------------------------	---------------------

13. ANNEXOS

13.1. ANNEX ÀREA D'ESTUDI

Municipis	1991	1996	2001	2006	creixement (%)	creixement num.hab.	densitat de població (hab/km2)	àrea (Km2)
Albons	455	513	534	620	36,3	165	55,7	11,1
Belcaire d'Empordà	485	487	561	672	38,6	187	53,7	12,5
Bisbal d'Empordà, la	7778	8007	8145	9261	19,1	1483	447,9	20,7
Corçà	1083	1151	1143	1261	16,4	178	77,7	16,2
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	1054	1099	1090	1271	20,6	217	12,7	99,9
Foixà	301	317	311	325	8,0	24	17,4	18,7
Fontanilles	117	119	138	175	49,6	58	19,0	9,2
Forallac	1492	1633	1598	1746	17,0	254	34,7	50,4
Gualta	267	270	311	358	34,1	91	39,0	9,2
Palau-sator	296	286	283	280	-5,4	-16	22,6	12,4
Pals	1676	1770	2046	2400	43,2	724	93,2	25,8
Parlavà	335	337	356	352	5,1	17	57,0	6,2
Pera, la	381	355	392	436	14,4	55	37,6	11,6
Regencós	263	278	281	304	15,6	41	48,2	6,3
Rupià	199	184	182	213	7,0	14	40,1	5,3
Serra de Daró	184	174	184	184	0,0	0	22,8	8,1
Tallada d'Empordà, la	331	327	323	367	10,9	36	22,2	16,5
Torrent	182	176	179	190	4,4	8	24,0	7,9
Torroella de Montgrí	7023	7726	8244	10588	50,8	3565	161,5	65,6
Ullastret	259	243	225	233	-10,0	-26	21,0	11,1
Ullà	707	787	824	1039	47,0	332	143,1	7,3
Ultramort	201	188	201	200	-0,5	-1	45,5	4,4
Verges	1127	1090	1104	1179	4,6	52	121,3	9,7
Zona d'estudi	26196	27517	28655	33654	28,5	7458	75,4	446,1

Taula 13.1. Població a la zona d'estudi, i paràmetres relacionats. Període 1991/2006. Font: Idescat. Elaboració pròpia.

Municipis	Àrea municipi (Ha)	Conreus regadiu (Ha)	Conreus secà (Ha)	% conreus regadiu	% conreus secà
Albons	1113	570	254	51,2	22,8
Bellcaire d'Empordà	1252	995	69	79,5	5,5
Bisbal d'Empordà, la	2068	156	477	7,5	23,1
Corçà	1624	187	681	11,5	41,9
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	9995	102	1304	1,0	13,0
Foixà	1872	329	613	17,6	32,7
Fontanilles	922	511	223	55,4	24,2
Forallac	5039	103	1131	2,0	22,4
Gualta	919	525	92	57,2	10,0
Palau-sator	1240	234	625	18,9	50,4
Pals	2575	560	499	21,7	19,4
Parlavà	618	258	228	41,8	36,9
Pera, la	1158	27	594	2,3	51,3
Regencós	631	27	172	4,3	27,3
Rupià	531	10	313	1,9	59,0
Serra de Daró	806	391	182	48,5	22,6
Tallada d'Empordà, la	1654	733	442	44,3	26,7
Torrent	792	19	290	2,4	36,6
Torroella de Montgrí	6556	1258	363	19,2	5,5
Ullastret	1110	293	522	26,4	47,0
Ullà	726	317	104	43,7	14,3
Ultramort	440	233	150	53,0	34,1
Verges	972	369	236	37,9	24,3
Àrea d'estudi	44613	8207	9564	18,4	21,4

Taula 13.2. Superfície ocupada pels conreus de regadiu i seca en la zona d'estudi. Any 2006. Font: DAR. Elaboració pròpia.

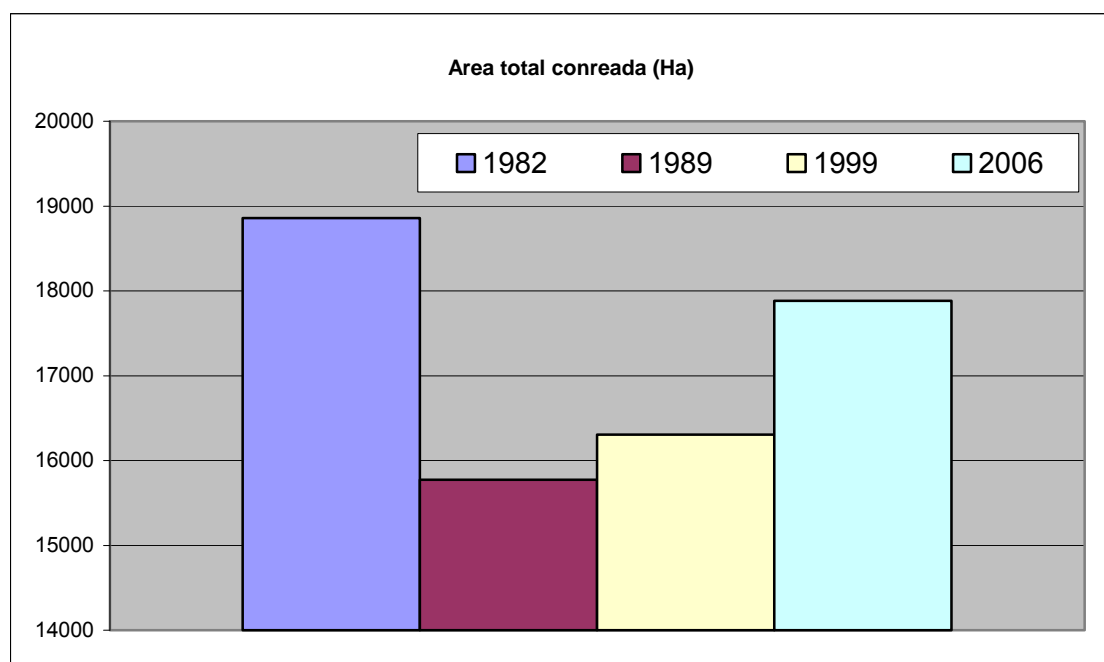


Figura 13.1. Àrea total conreada a la zona d'estudi. Font Idescat i DAR. Elaboració pròpia.

13.2. ANNEX 2. IMPACTE DE LES ACTIVITATS AGRÍCOLES I RAMADERES SOBRE LES AIGÜES SUBTERRÀNIES

Tipus de bestiar	Kg N / plaça i any
Vaquí de llet	73,00
Vedelles de reposició	36,50
Cria de boví	7,70
Engreix de vedells/vedelles	21,90
Truja amb garrins fins a deslletament	15,00
Truja de reposició	8,50
Garrins de 6-20 Kg	1,19
Porc d'engreix (20-100 Kg)	7,25
Verro	18,00
Polles destinades a pondre	0,50
Engreix de pollastres	0,22
Engreix d'ànecs	0,24
Producció de conill	4,30
Bestiar equí	63,80
Ovelles de reproducció	9,00
Oví d'engreix	3,00
Cabrum reproducció	7,20
Cabrum de reposició	3,60
Cabrum sacrifici	2,40
Engreix de guatlles	0,03
Engreix de perdis	0,07
Oques	0,24
Estruços adults (animals de més de 12 mesos)	1,72
Estruços d'engreix	0,94

Taula 13.3. Producció de Kg de Nitrogen per a diversos tipus de bestiar. Font: DARP. Elaboració pròpia.

Municipis	Bestiar porcí									
	Engreix	Capacitat	Femelles	Capacitat	Mascles	Capacitat	Recria	Capacitat	Reposició	Capacitat
Albons	2758	3156	444	617	12	23	610	1820	70	102
Bellcaire d'Empordà	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Bisbal d'Empordà, la	1494	1529	148	165	5	7	226	420	16	20
Corçà	5585	6464	36	145	2	10	1808	2191	0	17
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	2305	2568	651	915	29	37	720	895	366	408
Foixà	9286	9926	775	775	13	13	3174	3224	888	889
Fontanilles	31	31	10	20	0	0	20	40	4	5
Forallac	17695	19172	631	798	29	35	1630	2122	111	159
Gualta	1200	1206	411	415	5	6	1200	1230	0	0
Palau-sator	7563	8303	0	0	0	0	0	0	0	0
Pals	300	311	0	28	0	1	0	40	0	3
Parlavà	5756	5756	1127	1132	36	37	2920	3078	72	76
Pera, la	2818	2916	370	403	10	13	602	858	76	80
Regencós	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Rupià	3177	3206	207	234	2	4	773	823	200	200
Serra de Daró	3929	4109	195	205	9	9	340	360	10	10
Tallada d'Empordà, la	7623	8647	967	1005	30	34	2290	3100	1962	1962
Torrent	3694	5270	12	30	1	2	22	160	0	10
Torroella de Montgrí	1363	2226	0	10	0	1	0	50	0	2
Ullastret	1403	1428	4	6	0	1	127	480	0	3
Ullà	1603	1691	80	88	4	4	0	90	8	12
Ultramort	6643	6798	650	700	25	28	1196	1560	220	250
Vergés	4375	5143	119	169	8	11	150	220	0	10

Taula 13.4. Numero de caps de bestiar porcí i capacitat , per municipi. Any 2006. Font: DAR. Elaboració pròpia.

Municipis	Senglars								Bestiar equí	
	Engreix	Capacitat	Femelles	Capacitat	Mascles	Capacitat	Recia	Capacitat	Numero	Capacitat
Albons	0	0	0	0	0	0	0	0	9	31
Belcaire d'Empordà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bisbal d'Empordà, la	3	3	0	0	0	0	0	0	6	9
Corçà	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	0	0	0	0	0	0	0	0	52	58
Foixà	0	0	0	0	0	0	0	0	18	18
Fontanilles	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
Forallac	0	0	0	0	0	0	0	0	140	254
Gualta	0	0	0	0	0	0	0	0	47	60
Palau-sator	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7
Pals	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13
Parlavà	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Pera, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regencós	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rupià	0	0	0	0	0	0	0	0	19	30
Serra de Daró	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Tallada d'Empordà, la	0	0	0	0	0	0	0	0	31	69
Torrent	0	0	0	0	0	0	0	0	13	39
Torroella de Montgrí	0	0	15	15	3	3	4	20	59	67
Ullastret	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ullà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ultramort	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vergés	0	0	0	0	0	0	0	0	19	20

Taula 13.5. Numero de caps i capacitat de bestiar porcí i equí, per municipi. Any 2006. Font: DAR. Elaboració pròpia.

Municipis	Ànecs											
	Altres	Capacitat	Cria	Capacitat	Engreix	Capacitat	Femelles	Capacitat	Mascles	Capacitat	Recria	Capacitat
Albons	0	0	10	10	6	6	14	14	7	7	2	2
Belcaire d'Empordà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bisbal d'Empordà, la	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
Corçà	150	150	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foixà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fontanilles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forallac	4	4	2	612	18	18	36	56	32	52	0	0
Gualta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palau-sator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pals	0	0	0	0	16	16	0	0	0	0	0	0
Parlavà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pera, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regencós	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rupià	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serra de Daró	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tallada d'Empordà, la	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torrent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torroella de Montgrí	5	5	2	10	4	4	34	41	8	16	0	0
Ullastret	0	0	0	0	7	7	0	0	0	0	0	0
Ullà	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Ultramort	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0
Vergés	0	0	0	0	5	5	3	3	2	2	0	0

Taula 13.6. Numero de caps d'aviram i capacitat , per municipi. Any 2006. Font: DAR. Elaboració pròpia.

Municipis	Faisans									
	Altres	Capacitat	Cria	Capacitat	Engreix	Capacitat	Femelles	Capacitat	Mascles	Capacitat
Albons	0	0	0	0	0	0	3	3	2	2
Belcaire d'Empordà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bisbal d'Empordà, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corçà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foixà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fontanilles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forallac	0	0	0	0	800	1500	0	0	0	0
Gualta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palau-sator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pals	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parlavà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pera, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regencós	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rupià	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serra de Daró	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tallada d'Empordà, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torrent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torroella de Montgrí	2	2	5	10	0	0	6	10	6	10
Ullastret	0	0	0	0	4000	4000	0	0	0	0
Ullà	0	0	0	0	0	0	26	26	4	4
Ultramort	0	0	0	0	200	200	0	0	0	0
Vergés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 13.7. Numero de caps d'aviram i capacitat , per municipi. Any 2006. Font: DAR. Elaboració pròpia.

Municipis	Gallines i pollastres									
	Altres	Capacitat	Cria	Capacitat	Engreix	Capacitat	Femelles	Capacitat	Mascles	Capacitat
Albons	133	148	2	2	41	41	20	20	8	8
Bellcaire d'Empordà	39	39	0	0	5502	5502	1	1	2	2
Bisbal d'Empordà, la	20	20	0	0	0	0	3	3	1	1
Corçà	166	371	0	0	0	0	23	23	3	3
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	0	0	0	0	213970	214985	0	0	0	0
Foixà	0	0	0	0	0	4000	0	0	0	0
Fontanilles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forallac	33	40	0	0	58524	59524	0	0	0	0
Gualta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palau-sator	140	160	0	0	45600	45625	0	0	0	0
Pals	217	257	0	0	12099	37099	0	0	0	0
Parlavà	4350	6680	0	0	12	12	0	0	0	0
Pera, la	0	0	0	0	64200	64200	0	0	0	0
Regencós	10	10	0	0	1	1	0	0	0	0
Rupià	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serra de Daró	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tallada d'Empordà, la	20	20	0	0	58000	70000	0	0	1	1
Torrent	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Torroella de Montgrí	185	185	0	0	113563	133563	33	33	1	1
Ullastret	9	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Ullà	75	75	18012	1012	15	15	220	0	16	1
Ultramort	49	49	0	0	18935	18935	0	0	0	0
Vergés	6216	11689	0	0	25037	25037	61	61	6	6

Taula 13.8. Numero de caps d'aviram i capacitat , per municipi. Any 2006. Font: DAR. Elaboració pròpia.

Municipis	Oques									
	Altres	Capacitat	Cria	Capacitat	Engreix	Capacitat	Femelles	Capacitat	Mascles	Capacitat
Albons	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4
Bellcaire d'Empordà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bisbal d'Empordà, la	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
Corçà	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foixà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fontanilles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forallac	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1
Gualta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palau-sator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pals	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parlavà	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Pera, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regencós	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rupià	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serra de Daró	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tallada d'Empordà, la	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Torrent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torroella de Montgrí	3	3	1	1	10	10	2	2	0	0
Ullastret	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Ullà	0	0	3	3	0	0	10	10	2	2
Ultramort	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
Vergés	4	4	0	0	0	0	1	1	1	1

Taula 13.9. Numero de caps d'aviram i capacitat , per municipi. Any 2006. Font: DAR. Elaboració pròpia.

Municipis	Bestiar boví											
	Cria	Capacitat	Engreix	Capacitat	Femelles	Capacitat	Mascles	Capacitat	Reposició	Capacitat	Pre-engreix	Capacitat
Albons	0	5	126	310	0	25	0	0	0	9	0	0
Bellcaire d'Empordà	30	30	0	0	244	246	1	1	124	124	0	0
Bisbal d'Empordà, la	600	626	25	65	31	49	9	10	0	0	0	0
Corçà	106	193	668	1080	250	332	1	2	116	136	0	0
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	310	788	975	1079	377	451	4	7	183	255	0	0
Foixà	162	325	13	50	174	213	1	1	88	94	0	0
Fontanilles	30	35	33	96	173	181	2	2	53	63	0	0
Forallac	157	233	406	480	188	188	1	3	67	91	0	0
Gualta	100	204	380	622	2	2	0	0	0	0	0	0
Palau-sator	86	124	12	16	195	200	2	5	81	100	0	0
Pals	1	10	9	63	1	29	0	0	0	5	0	0
Parlavà	79	147	348	545	167	224	2	2	68	107	0	0
Pera, la	49	98	60	117	130	149	1	1	55	86	0	0
Regencós	0	2	0	1	0	17	0	1	0	4	0	0
Rupià	0	2	5	7	2	12	0	0	0	0	46	335
Serra de Daró	19	47	156	325	2	6	0	0	0	1	0	0
Tallada d'Empordà, la	104	132	3	104	487	468	1	3	249	251	0	0
Torrent	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Torroella de Montgrí	147	209	434	474	218	235	10	10	90	111	0	0
Ullastret	15	25	25	44	17	70	0	0	0	35	0	0
Ullà	44	84	51	56	0	0	0	0	75	155	0	0
Ultramort	44	52	61	96	183	207	2	2	58	94	0	0
Vergés	337	395	251	251	76	120	0	0	22	25	0	0

Taula 13.10. Numero de caps de bestiar boví i capacitat , per municipi. Any 2006. Font: DAR. Elaboració pròpia.

Municipis	Bestiar cabrum									
	Cria	Capacitat	Engreix	Capacitat	Femelles	Capacitat	Mascles	Capacitat	Reposició	Capacitat
Albons	30	74	25	44	150	442	6	7	25	57
Belcaire d'Empordà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bisbal d'Empordà, la	8	46	1	1	24	40	3	4	2	6
Corçà	27	56	16	77	110	254	6	19	12	25
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	30	144	12	51	158	204	11	16	13	48
Foixà	0	0	0	0	71	78	3	4	0	0
Fontanilles	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0
Forallac	2	15	4	10	20	47	4	6	0	2
Gualta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palau-sator	0	135	6	110	41	467	5	19	8	95
Pals	11	27	5	10	37	65	7	7	5	9
Parlavà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pera, la	4	15	0	10	16	33	2	2	0	0
Regencós	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rupià	0	14	0	0	1	13	0	1	0	2
Serra de Daró	232	300	0	100	527	800	7	16	125	128
Tallada d'Empordà, la	0	0	0	0	6	6	2	2	0	0
Torrent	2	2	0	0	11	11	1	1	0	0
Torroella de Montgrí	0	199	0	150	49	390	8	20	0	68
Ullastret	2	11	4	9	63	71	3	5	3	4
Ullà	33	40	20	30	305	340	4	5	13	23
Ultramort	8	17	0	5	21	28	2	3	2	6
Vergés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 13.11. Numero de caps de bestiar cabrum i capacitat , per municipi. Any 2006. Font: DAR. Elaboració pròpia.

Municipis	Perdius									
	Cria	Capacitat	engreix	Capacitat	femelles	Capacitat	mascles	Capacitat	recria	Capacitat
Albons	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Belcaire d'Empordà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bisbal d'Empordà, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corçà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foixà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fontanilles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forallac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gualta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palau-sator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pals	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parlavà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pera, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regencós	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rupià	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serra de Daró	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tallada d'Empordà, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torrent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torroella de Montgrí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ullastret	0	0	2000	2000	0	0	0	0	0	0
Ullà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ultramort	0	4000	7200	0	270	250	270	250	0	100
Vergés	18	18	0	0	2	2	0	0	0	0

Taula 13.12. Numero de caps d'aviram i capacitat , per municipi. Any 2006. Font: DAR. Elaboració pròpia.

Municipis	Guatlles								Altres aviram	
	altres	Capacitat	Engreix	Capacitat	Femelles	Capacitat	Mascles	Capacitat	Caps	Capacitat
Albons	0	0	0	0	0	0	0	0	19	19
Belcaire d'Empordà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bisbal d'Empordà, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corçà	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foixà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fontanilles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forallac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Gualta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palau-sator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pals	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parlavà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pera, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regencós	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rupià	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serra de Daró	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tallada d'Empordà, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torrent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torroella de Montgrí	0	0	0	0	0	0	0	0	60	60
Ullastret	200	200	0	0	0	0	0	0	10	13
Ullà	0	0	0	0	249	249	48	48	50	50
Ultramort	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
Verges	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 13.13. Numero de caps d'aviram i capacitat , per municipi. Any 2006. Font: DAR. Elaboració pròpia.

Municipis	Bestiar oví									
	Cria	Capacitat	Engreix	Capacitat	Femelles	Capacitat	Mascles	Capacitat	Reposició	Capacitat
Albons	211	461	975	1005	1137	1504	32	57	25	231
Belcaire d'Empordà	0	0	0	0	9	9	1	1	0	0
Bisbal d'Empordà, la	147	475	56	365	473	1101	17	37	55	218
Corçà	1035	1299	470	1224	2003	2456	78	106	282	351
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	261	1404	351	1085	2006	4244	58	145	215	757
Foixà	25	150	50	150	445	452	10	15	20	80
Fontanilles	0	0	3	5	6	9	2	2	0	0
Forallac	37	414	10	417	529	1255	18	38	0	204
Gualta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palau-sator	110	1194	290	833	2004	3082	44	100	150	595
Pals	1	45	0	50	51	170	2	3	14	20
Parlavà	0	3	0	0	2	2	1	1	0	0
Pera, la	0	94	50	188	141	238	5	7	12	62
Regencós	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rupià	150	150	150	150	530	530	10	10	25	100
Serra de Daró	180	380	100	400	795	910	20	22	100	100
Tallada d'Empordà, la	8	120	0	330	232	619	1	13	122	150
Torrent	110	200	160	175	525	639	21	22	30	104
Torroella de Montgrí	135	494	50	250	632	1529	20	38	55	225
Ullastret	0	350	13	216	111	1211	4	46	0	95
Ullà	132	165	300	300	1035	1040	14	19	108	125
Ultramort	221	495	200	700	750	980	23	34	57	200
Vergés	0	397	105	135	578	750	16	27	100	146

Taula 13.14. Numero de caps de bestiar oví, per municipi. Any 2006. Font: DAR. Elaboració pròpia.

Municipis	Estruços											
	Cria	Capacitat	Engreix	Capacitat	Femelles	Capacitat	Mascles	Capacitat	Recria	Capacitat	Reposició	Capacitat
Albons	16	16	80	80	8	8	4	4	0	0	0	0
Belcaire d'Empordà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bisbal d'Empordà, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corçà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foixà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fontanilles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forallac	180	290	200	270	20	32	10	16	60	100	60	60
Gualta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palau-sator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pals	0	80	0	280	0	22	0	14	0	0	0	0
Parlavà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pera, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regencós	0	200	0	100	0	45	0	25	0	0	0	0
Rupià	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serra de Daró	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tallada d'Empordà, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torrent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torroella de Montgrí	0	0	0	0	4	4	1	1	0	0	0	0
Ullastret	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ullà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ultramort	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vergés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 13.15. Numero de caps d'estruços, per municipi. Any 2006. Font: DAR. Elaboració pròpia.

Municipis	Bestiar cunícola											
	Altres	Capacitat	Cria	Capacitat	Engreix	Capacitat	Femelles	Capacitat	Mascles	Capacitat	Reposició	Capacitat
Albons	0	0	0	0	640	1840	213	388	15	15	32	61
Belcaire d'Empordà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bisbal d'Empordà, la	0	0	0	0	2400	3003	476	476	61	63	136	136
Corçà	0	0	0	0	192	192	30	30	6	6	8	8
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foixà	0	0	0	0	831	831	310	310	40	40	37	37
Fontanilles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forallac	0	0	0	0	0	0	3	3	1	1	0	0
Gualta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palau-sator	0	0	0	0	1440	1440	304	305	4	4	50	50
Pals	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parlavà	0	0	0	0	3200	3428	180	180	14	14	20	50
Pera, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regencós	0	0	0	0	0	800	0	106	0	14	0	32
Rupià	0	0	2000	2200	600	600	60	60	0	0	0	0
Serra de Daró	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tallada d'Empordà, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torrent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torroella de Montgrí	1	1	2	80	0	0	3	9	1	1	0	0
Ullastret	0	0	1200	1200	2100	2100	247	300	80	80	204	204
Ullà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ultramort	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vergés	0	0	0	0	1790	1790	433	433	44	45	60	60

Taula 13.16. Numero de caps de bestiar cunícola, per municipi. Any 2006. Font: DAR. Elaboració pròpia.

Municipis	Visó		Cérvols		Cignes		Daines		Muflons	
	Caps	Capacitat	Caps	Capacitat	Caps	Capacitat	Caps	Capacitat	Caps	Capacitat
Albons	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Belcaire d'Empordà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bisbal d'Empordà, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corçà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foixà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fontanilles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forallac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gualta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palau-sator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pals	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parlavà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pera, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regencós	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rupià	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serra de Daró	0	750	0	0	0	0	0	0	0	0
Tallada d'Empordà, la	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torrent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torroella de Montgrí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ullastret	3400	5400	40	10	5	1	50	15	2	1
Ullà	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ultramort	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verges	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Taula 13.17. Numero de caps i capacitat de visons, cérvols, cignes, daines i muflons, per municipi. Any 2006.

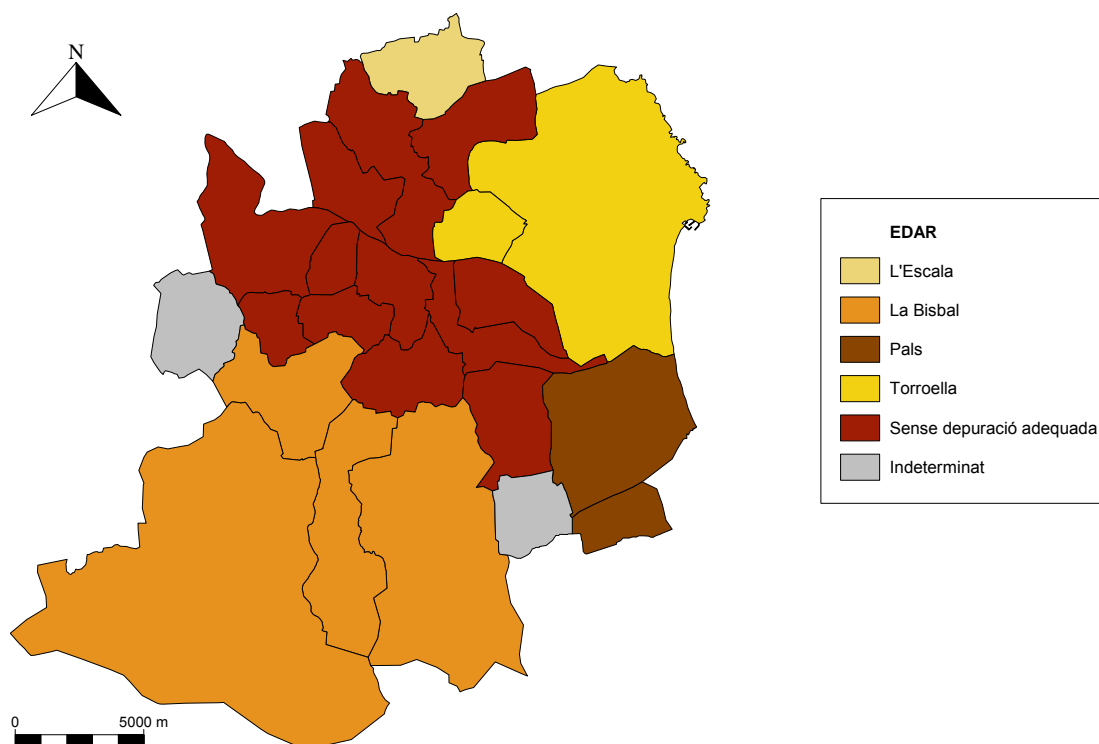
Font: DAR. Elaboració pròpia.

Fertilitzant orgànic	N total Kg	N orgànic	N amoni
Fem boví	1	0,9	0,1
Fem porcí	1	0,9	1
Gallinassa	1	0,2	0,8
Llit aus engreix	1	0,7	0,3
Purí porcí engreix	1	0,4	0,6
Purí porcí cicle tancat	1	0,3	0,7
Purí porcí maternitat	1	0,3	0,7
Purí boví engreix	1	0,2	0,8

Taula 13.18. Relació entre N orgànic i N amoniacal en fertilitzants orgànics de diversos orígens. Modificat de Boixadera *et al.* (2000).

Tipus fem (sèries decreixents)	Anys aplicació							
	1	2	3	4	5	10	15	20
Gallinassa (0.9,0.10,0.05)	111	110	110	109	108	106	104	103
Purí de porc (0.75,0.15,0.10,0.05)	133	127	123	122	120	115	111	106
Fem de boví 2,5%N (0.4,0.25,0.06)	250	156	175	158	154	129	116	109
Fem de boví 1% N (0.2,0.1,0.05)	500	300	290	245	219	139	113	104

Taula 13.19. Nitrogen total en forma de diferents fems que s'ha d'aplicar anualment per mantenir un nivell de mineralització de 100 Kg N/ha durant un període de 20 anys (suposat que no es registren pèrdues per volatilització a l'aplicar-lo). Boixadera *et al.* (2000).



Mapa 13.1. Depuració de les aigües. Elaboració pròpia.

Cultiu	Kg de nitrogen assimilats per hectàrea	
	Regadiu	Secà
Blat	146,944	106,708
Ordi	106,704	76,248
Civada	106,26	65,28
Sègol	90	56,37
Triticale	112	80,528
Arròs (1)	315	-
Blat de moro	287,168	176,568
Alfals	176	66
Sorgo	192,325	118,23
Fava seca	107,484	54,236
Cigró	-	39,988
Pèsol	84,94	65,348
Patata	1122,443	1003,471
Gira-sol	118,5	56
Soja	250,02	125,19
Cereals d'hivern	56,3618	33,0396
Blat de moro farratger	142,5622	59,1734
Sorgo farratger	168,4826	46,7818
Raigràs farratger	145,2987	62,0673
Altres gramínies	56,0802	23,9558
Col	198,4308	126,3232
Enciam	60,8278	28,8926
Síndria	82,4772	31,875
Meló	67,9762	32,1742
Carbassó	31,695	12,9375
Cogombre	37,3201	10,54
Albergínia	127,4	5
Tomàquet	102,633	34,608
Pebrot	52,7896	28,4088
Col i flor	94,796	46
Carxofa	80,1465	51
All	56,334	31,536
Ceba	80,937	27,528
Ceba tendre	50,937	27,528
Porro	59,2053	36,3
Mongeta verda	125,472	61,44
Pomer	77,72	32,615
Perer	45,2808	21,3264
Albercoquer	40,468	26,8
Cirerer	25,415	20,985
Presseguer	141,6576	88,2624
Olivera	-	37,335
Ametller	-	15
Vinya	-	29,75

Taula 13.20. Kg de N assimilats per hectàrea i any i diversos tipus de cultiu. Font: (Baradad 04). (1) DARP 06.

Punts de mostreig	Data mostreig	X (UTM)	Y (UTM)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	Formació
01	10/12/2003	506280	4653300	6,1	0,3	Q
02	10/12/2003	502300	4649320	214,6	0,1	Q
02	18/08/2004	502300	4649320	327,8	0,14	Q
03	11/12/2003	503340	4649390	87,9	0,2	Q
03	18/08/2004	503340	4649390	129,1	0,16	Q
04	11/12/2003	501670	4655680	48,3	0,1	Q
04	23/08/2004	501670	4655680	121,9	0,11	Q
05	11/12/2003	504920	4656490	13,2	0,1	Q
05	22/08/2004	504920	4656490	51,2	0,08	Q
06	11/12/2003	504970	4654520	0,0	0,2	Q
07	11/12/2003	505460	4652860	25,0	0,2	Q
07	17/08/2004	505460	4652860	26,3	0,11	Q
08	12/12/2003	508910	4653880	0,0	0,5	Q
08	23/08/2004	508910	4653880	0,0	0,41	Q
09	12/12/2003	508930	4648350	10,0	0,1	T
09	20/08/2004	508930	4648350	22,7	0,16	T
10	12/12/2003	508790	4648620	114,5	0,2	Q
10	20/08/2004	508790	4648620	143,7	0,14	Q
11	17/12/2003	508830	4651340	9,0	0,1	T
11	17/08/2004	508830	4651340	11,2	0,12	T
13	18/12/2003	504340	4644620	324,7	0,2	Q
13	23/08/2004	504340	4644620	241,2	0,12	Q
14	18/12/2003	507820	4647100	31,5	0,2	Q
15	12/01/2004	503340	4651590	221,6	0,2	T
15	17/08/2004	503340	4651590	220,5	0,12	T
16	12/01/2004	501970	4655900	11,9	0,2	Q
17	13/01/2004	504290	4652570	50,5	0,2	Q
17	17/08/2004	504290	4652570	66,1	0,08	Q
18	13/01/2004	505912	4646025	14,7	0,2	T
19	13/01/2004	504420	4647820	222,2	0,2	T
19	19/08/2004	504420	4647820	61,3	0,18	T
20	13/01/2004	504920	4646740	146,6	0,2	Q
20	23/08/2004	504920	4646740	201,2	0,08	Q
21	13/01/2004	509180	4650980	387,1	0,1	Q
21	17/08/2004	509180	4650980	480,2	0,14	Q
22	14/01/2004	510970	4644350	168,2	0,2	Q
22	20/08/2004	510970	4644350	65,0	0,14	Q
23	14/01/2004	511510	4646260	45,8	0,1	T
23	20/08/2004	511510	4646260	3,3	0,14	T
24	14/01/2004	510930	4647500	63,1	0,1	T
24	24/08/2004	510930	4647500	70,8	0,23	T
25	17/08/2004	502650	4652480	419,3	0,11	T
26	18/08/2004	499460	4652480	147,0	0,14	T
27	18/08/2004	501720	4647990	60,3	0,13	Q
28	18/08/2004	499910	4647360	139,5	0,14	T
29	18/08/2004	500770	4651700	89,5	0,14	T
30	20/08/2004	508550	4653010	211,8	0,17	T
31	21/08/2004	510230	4648070	82,6	0,13	Q
32	21/08/2004	508410	4647030	205,5	0,15	Q
33	21/08/2004	504505	4643350	6,1	0,14	T
34	21/08/2004	499640	4645180	152,5	0,16	T
35	22/08/2004	501790	4643590	264,7	0,12	T
36	23/08/2004	507880	4644460	0,0	0,16	T
37	23/08/2004	510025	4649000	0,0	0,10	T
38	24/08/2004	501590	4647810	68,6	0,11	T
39	24/08/2004	498230	4653260	70,5	0,12	T
40	24/08/2004	503580	4647920	49,6	0,12	Q
41	24/08/2004	512180	4645340	46,0	0,12	T
42	24/08/2004	505090	4650800	44,9	0,21	Q
43	31/08/2004	508150	4649930	0,0	0,33	T
44	01/09/2004	502340	4646230	190,2	0,26	T
45	01/09/2004	501970	4653420	152,0	0,21	T

Taula 13.21. Punts de mostreig, ubicació, data de presa de mostra, nitrats, nitrits i formació associada. Q: Quaternari, T: Terciari. Font: Puig *et al* (07) Elaboració pròpia.

13.3 Annex 3. Anàlisi del consum d'aigua

Municipi	ESTACIO	conreus herbacis de regadiu	% superfície estació	Fruiters de regadiu	% superfície estació
Albons	Mas Badia	593,52	100,00	49,13	100,00
Belcaire d'Empordà	Mas Badia	1000,46	100,00	38,09	100,00
La Bisbal d'Empordà, la	La Bisbal	267,87	100,00		
Corçà	La Bisbal	239,88	69,64		
	Monells	22,00	6,39		
	Serra de Daró	82,59	23,98		
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	La Bisbal	69,06	44,82		
	Monells	85,02	55,18		
Foixà	Mas Badia	455,67	74,03		
	Serra de Daró	159,84	25,97		
Fontanilles	Mas Badia	43,09	8,70	14,31	18,98
	Serra de Daró	127,29	25,70	0,86	1,14
	Torroella	324,97	65,60	60,24	79,88
Forallac	La Bisbal	263,54	93,09		
	Serra de Daró	19,56	6,91		
Gualta	Mas Badia	77,79	14,02	9,38	6,54
	Serra de Daró	45,74	8,24	4,33	3,02
	Torroella	431,44	77,74	129,57	90,44
Palau-sator	La Bisbal	0,84	0,17		
	Serra de Daró	21,89	4,47		
	Torroella	466,95	95,36	0,50	100,00
Pals	Torroella	650,12	100,00		
Parlavà	Serra de Daró	380,76	100,00	8,21	100,00
Pera, la	Monells	137,37	93,50		
	Serra de Daró	9,55	6,50		
Regencós	Torroella	21,85	100,00		
Rupià	Monells	1,98	1,41		
	Serra de Daró	138,19	98,59		
Serra de Daró	Mas Badia	152,75	26,78	24,35	38,55
	Serra de Daró	417,57	73,22	38,81	61,45
Tallada d'Empordà, la	Mas Badia	765,51	100,00	88,19	100,00
Torrent	La Bisbal	5,31	9,59		
	Torroella	50,00	90,41		
Torroellalla de Montgrí	Mas Badia	26,94	1,84		
	Torroella	1437,95	98,16	158,93	100,00
Ullastret	La Bisbal	17,24	3,90		
	Serra de Daró	424,95	96,10	0,17	100,00
Ullà	Mas Badia	263,61	90,57	69,28	100,00
	Torroella	27,45	9,43		
Ultramort	Mas Badia	164,90	53,07	18,11	100,00
	Serra de Daró	145,85	46,93		
Verges	Mas Badia	468,02	100,00	1,01	100,00

Taula 13.22. Cultius de regadiu per estació i municipi (Ha), i proporcions d'influència per l'any 2002. Font: DMAH.

Cultiu	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Blat (1)	0,525	0,85	1,1	1,1	1,1	0,6575	0	0	0	0	0	0,37
Ordi (1)	0,76	1,025	1,1	1,1	0,955	0,08	0	0	0	0	0	0
Civada (1)	0	0,085	0,35	0,865	1,05	1,005	0,385	0	0	0	0	0
Arros (2)					1,03	1,03	1,2	1,2	0,75			
Blat de moro (1)	0	0	0	0	0,375	0,685	1,13	1,15	0,85	0	0	0
Sorgo (1)	0	0	0	0	0,29	0,48	0,91	1,1	1,075	0,37	0	0
Patata cicle primerenc (1)	0	0	0	0	0	0	0	0,155	0,555	1,025	1,015	0
Patata cicle mitjà (1)	0	0	0	0,445	0,795	1,1	1,1	0,87	0	0	0	0
Patata cicle tardà (1)	0	0	0	0	0,445	0,73	1,085	1,1	1,06	0,425	0	0
Gira-sol (1)	0	0	0	0	0,295	0,61	1,08	1,1	0,705	0	0	0
Cereals d'hivern per a farratges (2)	0,7	0,7	0,7	0,8415	1,15	0,25					0,7	0,7
Blat de mora farratger (3)	0	0	0	0	0,375	0,685	1,13	1,15	0,85	0	0	0
Sorgo farratger (3)	0	0	0	0	0,29	0,48	0,91	1,1	1,075	0,37	0	0
Raigràs anglès (3)	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0
Alfals (1)	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0
Enciam (1)	0,42	0,675	0,865	0,975	0,575	0	0	0	0	0	0	0
Escarola (3)	0,42	0,675	0,865	0,975	0,575	0	0	0	0	0	0	0
Tomàquet (1)	0	0	0	0	0,155	0,825	1,14	0,93	0,145	0	0	0
All (1)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,9	0,44	0	0	0	0	0	0,5
Ceba (1)	0	0	0	0,715	0,965	1,095	0,99	0,64	0	0	0	0
Ceba tendre (3)	0	0	0	0,715	0,965	1,095	0,99	0,64	0	0	0	0
Porro (1)	0	0	0	0	0,22	0,7	0,7	0,7	0,7	0,515	0	0
Pomera (1)	0	0	0	0,32	0,655	0,805	0,82	0,835	0,825	0,73	0	0
Perer (1)	0	0	0	0,355	0,72	0,9	0,9	0,88	0,74	0,61	0	0
Albercoquer (1)	0	0	0,28	0,505	0,745	0,895	0,89	0,765	0,6	0,225	0	0
Cirerer (1)	0	0	0,3	0,5	0,695	0,8	0,575	0,515	0,455	0,205	0	0
Presseguer (1)	0	0	0	0,385	0,835	0,88	0,75	0,68	0,61	0,64	0	0
Avellaner (1)	0	0,12	0,405	0,63	0,77	0,805	0,84	0,88	0,735	0,515	0	0
Vinya (1)	0	0	0,185	0,415	0,445	0,435	0,425	0,395	0,335	0	0	0
Olivera (1)	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,35	0,375	0,5	0,5	0,25	0

Taula 13.23. Valors de kc. Font: (1)Baradad 04 (2) FAO (3) Extrapolats. Elaboració pròpia.

Municipi	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Albons	21120	96979	198329	331880	484585	500470	540998	391540	213963	83121	42667	11713
Bellcaire d'Empordà	14769	136558	273387	459064	787021	977674	1218796	879357	458726	161658	81942	7489
Bisbal d'Empordà, la	6279	24634	51196	78740	124421	119961	126937	86814	48233	12518	6683	1844
Corçà	3745	12159	27024	43288	108621	153979	231500	167064	91886	6462	3266	1709
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	2436	15728	32224	56169	83171	90138	86688	55249	30413	15333	8609	1011
Foixà	8962	23725	55203	90835	197714	270179	402421	301459	154795	6153	2846	4950
Fontanilles	3119	23486	53634	122306	350527	545280	878656	702954	474977	183237	46008	2127
Forallac	1684	11701	25508	44509	76101	92410	100494	65757	36567	12272	6376	853
Gualta	4315	33169	74941	163985	341416	492712	696177	540289	384566	206813	62985	3410
Palau-sator	1610	10562	25234	49044	138563	210050	336779	267513	175035	55558	22506	1112
Pals	6534	18854	45738	86455	434574	564831	870497	695009	401469	65753	26583	2071
Parlavà	2007	10862	26781	48041	128226	223486	415759	328667	217681	49126	20536	1269
Pera, la	1670	3958	8244	14120	19332	13934	15028	10197	4212	1063	0	253
Regencós	510	732	1847	3653	8547	13515	25981	20144	9862	0	0	86
Rupià	232	872	2244	3967	7195	9625	12416	9516	6018	2453	1227	212
Serra de Daró	3212	18424	41212	77565	204729	342424	617063	477686	298816	64152	24872	734
Tallada d'Empordà, la	9601	65046	129055	234364	479302	681838	980043	718712	366795	92037	36953	5366
Torrent	403	2109	4567	8334	13840	16812	23594	18098	13057	8327	3836	0
Torroella de Montgrí	13544	79342	183954	345829	799683	1150887	1744683	1399002	970633	414134	162345	9739
Ullastret	1679	22875	53063	87755	170114	265829	443393	349383	247841	104986	52263	1399
Ullà	4031	24611	49429	109355	218303	296905	391418	288216	158858	58242	16805	3104
Ultramort	795	10159	21001	42313	118129	203175	350513	269655	162417	42126	17589	229
Verges	12118	49592	104150	175559	277611	314414	372006	269874	138187	38614	16371	5617

Taula 13.24. Evapotranspiració mensual per municipi, en m³. Font: Elaboració pròpia.

Municipi	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Albons	761120	40896	170400	42032	101104	6816	7952	313536	1024672	756576	36352	240832
Bellcaire d'Empordà	1306500	70200	292500	72150	173550	11700	13650	538200	1758900	1298700	62400	413400
Bisbal d'Empordà, la	271128	9360	55224	1560	6552	7800	14040	131040	168168	203736	1560	49608
Corçà	313089	12439	63322	4219	14094	7007	14289	149528	224917	244509	4530	65575
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	164281	8401	38652	2348	9926	2486	10205	95206	110216	131572	2125	34682
Foixà	452586	23811	95768	22600	55996	3743	5749	185878	570157	432708	20864	139748
Fontanilles	785516	59718	107068	25254	86352	5184	8685	257337	741323	583862	20822	223604
Forallac	177505	6294	35907	1357	5123	4865	8829	84968	114692	134575	1414	33637
Gualta	813034	66110	103303	25313	90727	5363	7822	253165	749645	584370	18986	230504
Palau-sator	368530	31477	42121	10363	40281	2346	3438	109464	320072	251502	7336	102936
Pals	844272	73554	93808	23452	92742	5330	7462	246246	727012	569244	15990	235586
Parlavà	393708	19608	71208	14448	39732	2580	7224	160476	410736	339012	16512	114036
Pera, la	41454	2708	10734	957	3906	119	2826	26993	30614	35125	870	9965
Regencós	42768	3726	4752	1188	4698	270	378	12474	36828	28836	810	11934
Rupià	15261	764	2778	557	1539	99	292	6277	15851	13138	635	4409
Serra de Daró	575055	29208	110232	23784	62652	4116	9408	235021	643773	514404	24960	170436
Tallada d'Empordà, la	975520	52416	218400	53872	129584	8736	10192	401856	1313312	969696	46592	308672
Torrent	30377	2480	3668	774	3065	263	405	9467	25395	20726	534	8172
Torroella de Montgrí	1977550	171256	223207	55779	217940	12566	17528	580496	1717859	1343215	38343	552970
Ullastret	446471	21934	81201	15774	43543	3364	8851	183475	457441	382283	18011	127215
Ullà	430711	24719	91105	22490	56129	3732	4424	171750	556952	413045	19211	134520
Ultramort	331133	17140	66987	15208	38683	2566	4772	135686	395444	307064	14848	100328
Verges	490440	26352	109800	27084	65148	4392	5124	202032	660264	487512	23424	155184

Taula 13.25. Precipitació mensual per municipis, en m³. Font: Elaboració pròpia.

Municipi	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Albons	-0,740	0,056	0,028	0,290	0,383	0,494	0,533	0,078	-0,811	-0,673	0,006	-0,229
Bellcaire d'Empordà	-1,292	0,066	-0,019	0,387	0,613	0,966	1,205	0,341	-1,300	-1,137	0,020	-0,406
Bisbal d'Empordà, la	-0,265	0,015	-0,004	0,077	0,118	0,112	0,113	-0,044	-0,120	-0,191	0,005	-0,048
Corçà	-0,309	0,000	-0,036	0,039	0,095	0,147	0,217	0,018	-0,133	-0,238	-0,001	-0,064
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	-0,162	0,007	-0,006	0,054	0,073	0,088	0,076	-0,040	-0,080	-0,116	0,006	-0,034
Foixà	-0,444	0,000	-0,041	0,068	0,142	0,266	0,397	0,116	-0,415	-0,427	-0,018	-0,135
Fontanilles	-0,782	-0,036	-0,053	0,097	0,264	0,540	0,870	0,446	-0,266	-0,401	0,025	-0,221
Forallac	-0,176	0,005	-0,010	0,043	0,071	0,088	0,092	-0,019	-0,078	-0,122	0,005	-0,033
Gualta	-0,809	-0,033	-0,028	0,139	0,251	0,487	0,688	0,287	-0,365	-0,378	0,044	-0,227
Palau-sator	-0,367	-0,021	-0,017	0,039	0,098	0,208	0,333	0,158	-0,145	-0,196	0,015	-0,102
Pals	-0,838	-0,055	-0,048	0,063	0,342	0,560	0,863	0,449	-0,326	-0,503	0,011	-0,234
Parlavà	-0,392	-0,009	-0,044	0,034	0,088	0,221	0,409	0,168	-0,193	-0,290	0,004	-0,113
Pera, la	-0,040	0,001	-0,002	0,013	0,015	0,014	0,012	-0,017	-0,026	-0,034	-0,001	-0,010
Regencós	-0,042	-0,003	-0,003	0,002	0,004	0,013	0,026	0,008	-0,027	-0,029	-0,001	-0,012
Rupià	-0,015	0,000	-0,001	0,003	0,006	0,010	0,012	0,003	-0,010	-0,011	0,001	-0,004
Serra de Daró	-0,572	-0,011	-0,069	0,054	0,142	0,338	0,608	0,243	-0,345	-0,450	0,000	-0,170
Tallada d'Empordà, la	-0,966	0,013	-0,089	0,180	0,350	0,673	0,970	0,317	-0,947	-0,878	-0,010	-0,303
Torrent	-0,030	0,000	0,001	0,008	0,011	0,017	0,023	0,009	-0,012	-0,012	0,003	-0,008
Torroella de Montgrí	-1,964	-0,092	-0,039	0,290	0,582	1,138	1,727	0,819	-0,747	-0,929	0,124	-0,543
Ullastret	-0,445	0,001	-0,028	0,072	0,127	0,262	0,435	0,166	-0,210	-0,277	0,034	-0,126
Ullà	-0,427	0,000	-0,042	0,087	0,162	0,293	0,387	0,116	-0,398	-0,355	-0,002	-0,131
Ultramort	-0,330	-0,007	-0,046	0,027	0,079	0,201	0,346	0,134	-0,233	-0,265	0,003	-0,100
Verges	-0,478	0,023	-0,006	0,148	0,212	0,310	0,367	0,068	-0,522	-0,449	-0,007	-0,150

Taula 13.26. Demanda d'aigua mensual pels sector de l'agricultura, en hm3. Font: Elaboració pròpia

Tipus plaça	Municipi	Numero places
Sector hotel·er	Albons	64
	Bisbal d'Empordà, la	109
	Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	56
	Forallac	81
	Palau-sator	11
	Pals	564
	Parlavà	18
	Regencós	14
	Torrent	60
	Torroella de Montgrí	1984
	Verges	39
Turisme rural	Bisbal d'Empordà, la	15
	Corçà	5
	Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	23
	Fontanilles	57
	Forallac	63
	Palau-sator	59
	Pals	32
	Parlavà	25
	Pera, la	28
	Serra de Daró	20
	Ullastret	4
	Ullà	19
	Ultramort	8
Càmpings	Pals	6924
	Torroella de Montgrí	12439

Taula 13.26. Numero de places turístiques per tipus, any 2005.

Font: IDESCAT

Ocupació 2005 (%)	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sector hotel·er	31	41,84	43,81	45,83	48,84	53,32	70,17	81,67	59,37	46,95	33,47	30,99
Turisme rural	6,84	6,1	20,19	9,93	18,86	21,89	54,46	71,09	25,59	13,64	8,57	22,07
Càmpings	11,35	14,76	23,52	18,94	24,26	27,57	55,37	59,15	23,15	20,36	15,14	14,96

Taula 13.27. Ocupació turística any 2005. Font: INE. Elaboració pròpia

Municipis	Consum (M3)	G	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Càmpings	Pals	5759	6765	11934	9300	12310	13538	28096	30014	11368	10331	7434	7591
	Torroella de Montgrí	10346	12153	21440	16708	22115	24322	50474	53920	20422	18560	13356	13637
Sector hotel·ler	Albons	145	177	205	208	229	242	329	383	269	220	152	145
	Bisbal d'Empordà, la	248	302	350	354	390	412	561	652	459	375	259	248
	Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	127	155	180	182	200	212	288	335	236	193	133	127
	Forallac	184	224	260	263	290	306	417	485	341	279	192	184
	Palau-sator	25	30	35	36	39	42	57	66	46	38	26	25
	Pals	1281	1562	1811	1833	2019	2133	2900	3376	2375	1941	1339	1281
	Parlavà	41	50	58	59	64	68	93	108	76	62	43	41
	Regencós	32	39	45	46	50	53	72	84	59	48	33	32
	Torrent	136	166	193	195	215	227	309	359	253	206	142	136
	Torroella de Montgrí	4507	5495	6370	6449	7101	7502	10202	11874	8354	6826	4709	4506
	Verges	89	108	125	127	140	147	201	233	164	134	93	89
Turisme rural	Bisbal d'Empordà, la	8	6	22	11	21	23	60	78	27	15	9	24
	Corçà	3	2	7	4	7	8	20	26	9	5	3	8
	Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	12	9	34	16	32	36	92	120	42	23	14	37
	Fontanilles	29	23	84	40	79	88	227	297	103	57	35	92
	Forallac	32	25	93	44	87	98	251	328	114	63	38	102
	Palau-sator	30	24	87	42	82	92	235	307	107	59	36	95
	Pals	16	13	47	23	44	50	128	167	58	32	19	52
	Parlavà	13	10	37	18	35	39	100	130	45	25	15	40
	Pera, la	14	11	41	20	39	43	112	146	51	28	17	45
	Serra de Daró	10	8	30	14	28	31	80	104	36	20	12	32
	Ullastret	2	2	6	3	6	6	16	21	7	4	2	6
	Ullà	10	8	28	13	26	29	76	99	34	19	12	31
	Ultramort	4	3	12	6	11	12	32	42	15	8	5	13

Taula 13.28. Consum mensual derivat del sector turístic per l'any 2005, en m3. Font: Elaboració pròpia.

Tipus d'animal	Litres / dia que consumeix a T" < 25°C
Vaques de llet	136,386
Bovins de 24 mesos i més	45,462
Bovins de 12 a menys de 24 mesos	31,8234
Bovins de menys de 12 mesos	18,1848
Altres vaques	45,462
Gallines	0,318234
Polles destinades a pondre	0,181848
Pollastres i galls	0,159117
Galls d'indi, ànecs, oques i pintades	0,727392
Estruç	4,5462
Altres avirams	0,250041
Cavalls, mules i ases	45,462
Ovelles	9,0924
Borregues per a reposició	13,6386
Altres ovins	6,8193
Cabres mares	9,0924
Cabres a reposició	13,6386
Altres cabrums	6,8193
Truges mares	90,924
Truges reposició >= 50 kg	29,5503
Garrins < 20 kg	2,2731
Altres porcins	6,8193
Conilles mare	0,950

Taula 13.29. . Necessitats hídriques per als diversos tipus de bestiar. Font: Baradad, 04.